



**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET
institutionen för markvetenskap
Avd för hydroteknik
750 07 UPPSALA 7

BIBLIOTEKET

TROPISKA JORDARS VÄXTNÄRINGSHUSHÅLLNING

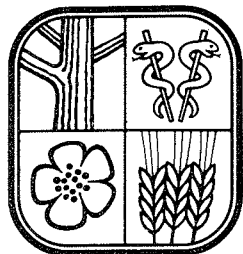
Tropiskt lantbruk

**Ingrid Karlsson
Janne Eriksson**

**INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP
AVDELNINGEN FÖR HYDROTEKNIK
STENCILTRYCK NR 85b**

UPPSALA 1975 1:a upplagan

UPPSALA 1978 2:a omarbetade upplagan



**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

TROPISKA JORDARS VÄXTNÄRINGSHUSHÅLLNING

Tropiskt lantbruk

**Ingrid Karlsson
Janne Eriksson**

**INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP
AVDELNINGEN FÖR HYDROTEKNIK
STENCILTRYCK NR 85b**

**UPPSALA 1975 1:a upplagan
UPPSALA 1978 2:a omarbetade upplagan**

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sid.
BÖRDIGHETSBEGREPPET	1
BÖRDIGHETSBESTÄMMANDE FAKTORER	2
FYSIKALISKA FÖRHÅLLANDEN	5
Rottillväxten	6
Markens vattenhushållning	7
Motståndskraft mot erosion	9
VÄXTNÄRINGSFÖRHÅLLANDEN	9
Kväve	14
Fosfor	18
Kalium	21
Andra näringsämnen	22
Näringsämnen och klimatzoner	22
KEMISKA FÖRHÅLLANDEN	23
ORGANISKT MATERIAL	24
Exempel på humushushållning	27
SAMBANDET JORD-GRÖDA	27
OLIKA VÄXTSLAGS NÄRINGSBEHOV	29
Spannmålsslagen	29
Rotfruktgrödor	34
Fibergrödor	34
Oljegrödor	35
Stimulusväxter	37
Fruktodling	39
NÄRINGSFUSHÅLLNINGEN I ETT "SHIFTING CULTIVATION" JORDBRUK	39
Kretsloppet skog-jord	41
Vad händer med jorden efter svedjningen?	42
Förbättringar av "shifting cultivation"-jordbruket	43
LITTERATURFÖRTECKNING	48

BÖRDIGHETSBEGREPPET

Det finns ingen allmänt antagen definition på begreppet bördighet. I detta sammanhang avses med markens bördighet förmågan hos jorden att fortvarigt producera goda skördar, såvida miljöfaktorer som ljus, värme, nederbörd osv. inte är begränsande och markens brukning är effektiv. Ett områdes produktionsförmåga är således inte enbart en egenskap hos jorden, utan den innefattar alla miljöfaktorer inom ett område. De vattenhållande egenskaperna hos jorden är t.ex. viktiga där nederbörden är mycket knapp för den gröda som skall odlas; motståndskraften mot erosion är särskilt viktig på en jord som sluttar brant. På näringssidan är det flera kretslopp som i samspelet skall bilda en gynnsam situation som vi uppfattar som hög bördighet hos jorden (fig. 1).

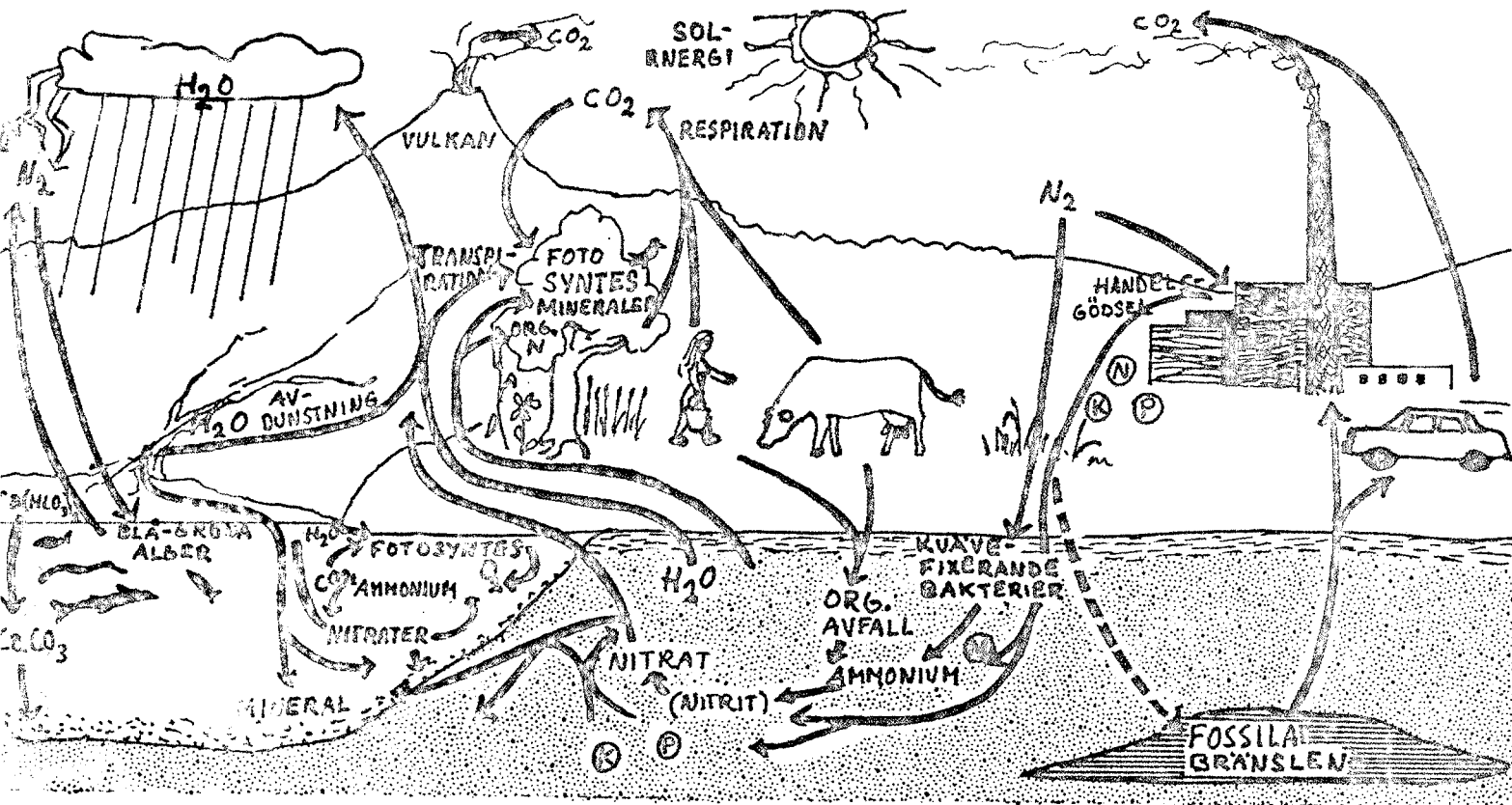


Fig. 1. Några kretslopp i samspel.

BÖRDIGHETSBESTÄMMANDE FAKTORER

Man har sökt finna sätt att klassificera olika jordars produktionsförmåga. Man väljer därvid en serie markegenskaper som man anser väsentligt påverka bördigheten. Dessa graderas i en skala t.ex. 0-100. Den serie tal man erhåller väges tillsammans i ett gemensamt index, som anger markens odlingsvärde. Odlingsvärdet kan vara det aktuella eller det potentiella, dvs. värdet efter t.ex. insatta grundförbättringsåtgärder. En sådan syntes har naturligtvis många begränsningar. Bördighetsanalysen har dock dels ett pedagogiskt värde dels ger det en möjlighet att presentera annars svårförståeliga markdata för t.ex. ekonomer, administratörer eller andra som underlag för planering och beslut. Kemiska och fysikaliska markdata som tas fram till ofta stora kostnader har primärt till syfte att klargöra en marks odlingsvärde.

Som exempel på odlingsvärdebestämning anges det för FAO:s räkning framtagna systemet (Riquier et al 1970). I detta system tas 9 faktorer enl. a) fram och graderas.

a) Bördighetsbestämmande faktorer enl. FAO-systemet

- H - växttillgängligt vatten
- D - dräneringstillstånd
- R - profildjup
- T - textur och struktur
- N - basmättnad \approx näringsinnehåll
- S - lösliga salter
- O - organiskt material
- A - utbyteskapacitet och mineraltyp
- M - vittringsbara mineralreserver

b) Gradering av bördighetsfaktorerna

<u>H - Växttillgängligt vatten</u>					poäng
H ₁	Rotzonen	<u>under</u>	vissningsgränsen	hela året	5
H ₂	"	"	"	9-11 mån	20
H ₃	"	"	"	6-8 mån	60
H ₄	"	"	"	3-5 mån	90
H ₅	"	"	"	< 2 mån	100
 <u>D - Dränering</u>					
D ₁	Långvarig	waterlogging			10-40
D ₂	Kortvarig	"			40-80
D ₃	God	dränering			80-90

R - Profildjup

poäng

R ₁	Tunt jordtäck	-	5
R ₂	Mycket grund jord	< 30 cm	20
R ₃	Grund jord	30-60 cm	50
R ₄	Ganska djup jord	60-90 cm	80
R ₅	Djup jord	90-120 cm	100
R ₆	Mycket djup jord	> 120 cm	100

T - Textur och struktur

T ₁	Block och stenigt	-	
T ₂	Grusig-sandig		10
T ₃	Lera enkelkorn		20
T ₄	Lätt textur - med struktur		50
T ₅	Styv textur - " "		60-80
T ₆	Mellantextur- " "		80-100

N - Näringsinnehåll

N ₁	Basmätnadsgrad	< 15 %	40
N ₂	"	15-35 %	50
N ₃	"	35-50 %	60
N ₄	"	50-75 %	80
N ₅	"	> 75 %	100

S - Lösliga salter

S ₁	Total mängd	< 0,2 %	100
S ₂	" "	0,2-0,4 %	70
S ₃	" "	0,4-0,6 %	50
S ₄	" "	0,6-0,8 %	25
S ₅	" "	0,8-1,0 %	15
S ₆	" "	> 1,0 %	5

O - Organiskt material

O ₁	Mycket lågt	< 1 %	85
O ₂	Lågt	1-2 %	90
O ₃	Måttligt	2-5 %	100
O ₄	Högt	> 5 %	100
O ₅	Mycket högt	organogen	70

<u>A - Utbyteskapacitet och lermineral</u>				poäng
A ₀	Utbyteskapacitet	< 5 m Eq/100 g		85
A ₁	"	< 20 "		90
A ₂	"	20-40 "		95
A ₃	"	> 40 "		100
<u>M - Reserver av vittringsbara mineral</u>				

c) Bördighetsklasser

De olika bördighetsfaktorernas poängtal sammanväges till ett gemensamt index. I FAO-systemet delar man sedan upp jordarna i 5 klasser. Hur denna sammanvägning i detalj kan ske skall inte belysas här. Man finner i bördighetsanalyser, som i t.ex. den här refererade, att bördighetsbegreppet är ytterst komplext och man har behov av att modifiera systemet när man rör sig från ett klimatområde till ett annat.

d) Bördighetsreglering

En bördighetsanalys har ett värde också för bedömning av möjlig bördighetsreglering som i stort kan sammanfattas i följande punkter.

1. Rätt markanvändning
2. Erosionskontroll
3. Reglering av markvattnet, dränering och bevattning
4. Växtföljden
5. Jordbearbetning
6. Organisk gödsling
7. Reglering av pH
8. Tillförsel av växtnäring

Bördighetsbegreppet måste också inordnas i teknologiska och ekonomiska förhållanden. Det naturliga näringsinnehållet i jorden är särskilt viktigt i ett traditionellt lågteknologijordbruk; i tekniskt avancerade jordbruk kan näringsbrister avhjälpas genom handelsgödselmedel, och jordens förmåga att hålla kvar den tillförda näringen är här en viktigare egenskap. Gödselmedelskostnader och grödornas marknadspriser inverkar på satsningen på handelsgödsel och arbetskostnaderna bestämmer vilka teknologiska hjälpmedel som kan användas.

Om man bortser från de ekonomiska och teknologiska faktorerna kan en jord bedömas helt utifrån dess specifika egenskaper och från förmågan att producera en gröda. Många jordegenskaper är av generellt intresse för alla jordar, medan andra är fast sammankopplade till speciella miljöfaktorer.

Varje gröda har speciella krav på jorden. En del egenskaper hos jorden är fördelaktiga för de flesta växter utom för sådana med extrema krav (ex.vis ris och jute). I tabell 1 har de viktigaste jordegenskaperna som nämnts i det föregående ställts samman. De är indelade i fyra huvudgrupper: Fysikaliska förhållanden, växtnäringsförhållanden, kemiska förhållanden (andra än växtnäring) och innehåll av organiskt material. Med denna indelning skall jordegenskaper i följande avsnitt ytterligare diskuteras.

Tabell 1. Schematisk översikt av bördighetsfaktorer.

Bördighetsfaktorer	Jordens egenskaper
<u>Fysikaliska förhållanden</u>	
Rottillväxten: effektivt djup, framträngningsmöjlighet.	Djup till vittrad berggrund, förekomst av laterit och andra förhårdnader. Textur, struktur, konsistens.
Markens vattenhushållning: dränering, fuktighetsförhållande för måga.	Grundvattennivå, genomsläpplighet, fältkapacitet, vissningspunkt, upptagbart (växttillgängligt) vatten, textur.
Motståndskraft mot erosion.	Genomsläpplighet, struktur, innehåll av organiskt material (indirekt).
<u>Växtnäring</u>	
Nuvarande näringsinnehåll; växttillgängligt och förråd.	Kväveinnehåll, C/N, utbytbar fosfor, "tillgängligt" fosfor, innehåll av andra näringsämnen; vittringsbara mineraler, totala kalium- och fosforförråden; innehåll av organiskt material (indirekt).
Kapacitet att kvarhålla och göra växttillgängliga den tillförda näringen.	Katjonbyteskapacitet, pH; textur och innehåll av organiskt material (indirekt).
<u>Kemiska förhållanden</u>	
Utbytesegenskaper hos kolloidkomplexet.	pH, basmättnadsgrad, proportionerna av utbytbara baser.
Salthalt eller andra skadliga förhållanden.	Lösliga salter, procent utbytbar natrium, kalciumkonkretioner.
<u>Organiskt material</u>	
	Innehåll av organiskt material, C/N, = kolkvävekvoten.

FYSIKALISKA FÖRHÅLLANDEN

Det är ett vanligt fel att tro att bördigheten har enbart med växtnäringsinnehållet att göra. De fysikaliska förhållandena har minst lika stor betydelse. När dessa är ofördelaktiga är det också svårare att komma till rätta med dem än det är med växtnäringsbrister.

Rottillväxten

Rötternas framträngningsförmåga i jorden har stor betydelse för rotsystemets storlek och förgrening. Begränsningarna kan vara dels rotdjup, dels rottrådarnas spridning. Det effektiva rotdjupet i en profil är det maximala djupet till vilket rötterna når. Detta bestäms av förekomsten av en begränsande horisont, vilken avsevärt försvårar rötternas framträngning. Sådana svårgenomträngliga lager kan vara berggrund eller berggrundsfragment, laterit eller kompakta jordlager (fragipan). Rötterna kan endast tränga en liten bit in i sådana lager. Detta gäller för vanliga grödor; trädrötter har en mycket större förmåga att leta sig fram mellan klippblock och sten på ganska grund jord.

Ett effektivt djup på 200 cm räcker för alla grödor. En begränsande horisont vid 150 cm har mycket liten effekt på ettåriga växter, men kan reducera skörden på en del fleråriga växter (t.ex. kaffe och te), särskilt om det är starka svängningar i nederbörd.

I de humida tropikerna vittrar kristallin berggrund ganska djupt medan skiffer och sandsten ger profiler som bara är 30-100 cm djupa. Kvärtärjor är i savannområdena är vanligen för grunda för att vara odlingsbara. Laterit och stenformationer bildar ofta begränsande horisonter på ett djup som kan variera mycket inom ett begränsat område.

I de torra tropiska områdena är jorden ofta alltför grund för att odling skall vara möjlig.

Rötternas framträngningsförmåga är en väldigt viktig men ofta förbisedd bördighetsfaktor. Växtnäringsämnen rör sig endast korta sträckor mot rötterna: medelavstånden är 2,5 mm för fosfor, 5 mm för kalcium och magnesium och 7,5 mm för kalium, medan nitrater rör sig fritt i lösning. Detta innebär att om växten inte har ett mycket fint nätverk av rottrådar, kan inte hela jordvolymens näringsinnehåll utnyttjas effektivt.

Sandiga jordar medger fri rottillväxt, ett faktum som i viss mån kan kompensera deras sämre kemiska egenskaper. När texturen blir finare än sandig lera, beror rötternas framträngning mera på struktur och konsistens i jorden. De faktorer som förhindrar rötternas tillväxt är massiva eller svagt strukturerade horisonter med en kompakt och fast konsistens. Sådana förhållanden är vanliga i vittrade ferrallitiska savannjor, men de kan även förekomma i jordar inom regnskogsområden och i kalcimorfiska jordar. Även sådana jordar som tekniskt sett har en väl utbildad struktur kan vara dåliga odlingsjordar om aggregaten är hårda och kompakta (t.ex. vertisol och gleijor).

God genomrotning fås i jordar med fin eller medium blockstruktur och med en lagom porös konsistens; särskilt goda förhållanden blir det när större klumpar bryts ned till mindre block- eller crumbaggregat. Detta är vanligt i järnrika profiler, exempelvis ferrogena och utlakade ferralitiska jordar och i många basiska jordar.

Rötternas miljöförhållanden är svåra att påverka och är därför fixerade begränsningar. För värdefulla fleråriga växter kan det vara ekonomiskt att gräva ett hål för varje växt genom det svärgenomträngliga lagret och fylla på med matjord.

En försämrad rotutveckling blir ofta resultatet när humusandelen fått sjunka alltför lågt.

Markens vattenhushållning

De flesta grödor kräver fri dränering av jorden. En del (majs, tobak, te) ger lägre skördar vid en liten ändring i dräneringsförhållandena, medan andra tål säsongsförändringar med ganska hög fuktighetshalt.

De sämre dräneringsförhållandena, som uppstår när nederbörden överstiger jordens genomsläpplighetsförmåga, är vanlig i leror som innehåller en stor andel svällande mineral $\approx 2:1$ -mineral. Dräneringen kan förbättras genom dikning; vanligen öppna, ca 2 m djupa diken. Med ett sådant system kan både oljepalm och sockerrör odlas på glei-jordar och gyttjor.

Det är vanligt i traditionellt jordbruk att plantera grönsaker tidigt i torrperioden på lägre sluttningar som är översvämmade under regnperioden. Därmed tar man tillvara det upplagrade vattnet i marken. Detta är ett exempel på hur en arbetsintensiv teknologi kan ge ekonomiskt utbyte genom att använda en resurs som man i ett industriellt jordbruk skulle förkasta.

Den fuktighetsbevarande förmågan är en viktig del av markens bördighet. Vattnet är viktigare än växtnäring i de flesta fall inom tropiskt lantbruk. Höga kvävegivor är inte ekonomiska i områden med låg nederbörd, eftersom växterna inte kan ta upp kväve lika effektivt när jorden är torr. Antingen får man nöja sig med de låga skördar som blir, eller också börja bevattna (vilket oftast betyder en stor ekonomisk satsning), (fig. 2).

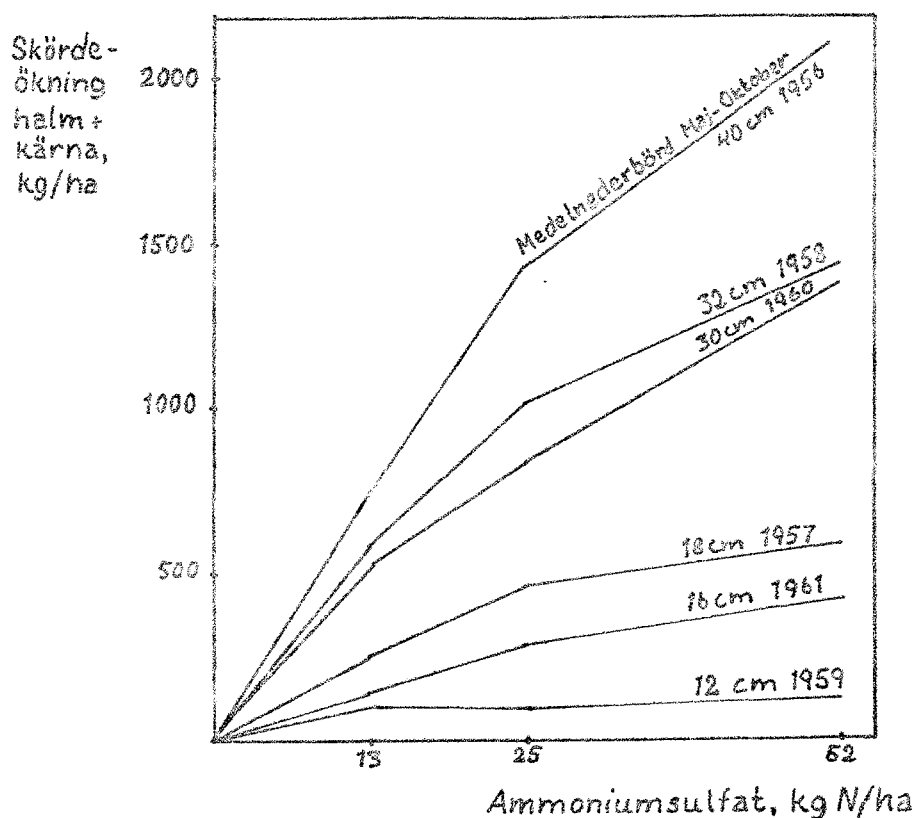


Fig. 2. Kombinationen kvävegödsling-vattentillgång och dess inverkan på skörden. Rikligare vattentillgång ger bättre kväveutnyttjande (Russell 1967).

Ur FAO Soils Bulletin nr 12

Markvattenmagasinet är viktigt både för ettåriga och fleråriga växter. För ettåriga växter ger en stor andel växttillgängligt vatten en förlängd vegetationsperiod, eftersom temperatur och instrålning inte begränsar tillväxten i de tropiska länderna. Stort markvattenmagasin är också en god försäkring mot missväxt på grund av torka.

Ju mindre marginal nederbörden ger för den aktuella grödan, desto viktigare är det att jorden kan lagra vatten inom rotzonen i marken. Ofta har det avgörande betydelse för val av gröda. Bonden måste välja mellan två sätt att utnyttja jorden: 1) Maximal medelavkastning, där höga skördar under nederbördsrika år får kompensera mycket låga skördar under torrår, eller 2) En skörd som han kan klara sin familj på även under torrår, dvs. odling av en gröda som är mer motståndskraftig men ger mindre i genomsnitt.

I regnskogs-savannområdena ger de tyngre lerjordarna med hög andel växttillgängligt vatten möjlighet att odla fleråriga växter som kaffe, medan det på

de lätta, sandiga jordarna endast odlas ettåriga växter.

Vid bevattning är den vattenhållanden kapaciteten av ännu större betydelse. Under periodvisa översilningar - vilket är den billigaste och vanligaste varianten av bevattning - kan rätt fuktighet endast hållas på en jord som har en god vattenhållande förmåga kombinerad med rätt genomsläpplighet. På genomsläppliga sandiga jordar med låg vattenhållande förmåga måste bevattningen ske oftare, vilket kan kräva det dyrare och mer energikrävande spridarbevattningssystemet. Tyvärr är sandiga jordar mycket dåliga som odlingsjordar i torra klimat.

Motståndskraft mot erosion

Erosionsrisken i ett område beror på jordens egenskaper, men även på lutningsgrad och gröda. En jord med liten erosionsbenägenhet skall ha en god genomsläpplighet kombinerad med en väl utbildad och stabil matjordsstruktur.

Den från början höga motståndskraften mot erosion som en nyröjd regnskogsmark har (på ferrallitiska jordar) sjunker snabbt under de första odlingsåren som ett resultat av försämrad struktur, vilken i sin tur beror på allt lägre humusinhåll.

VÄXTNÄRINGSFÖRHÅLLANDEN

Växtnäringsinnehållet i jorden får oftast för stark betoning jämfört med jordens fysikaliska egenskaper. Orsaken är den kemiska analysens "höga status", de tämligen exakta data som kan plockas fram, och den relativt enkla metoden att ta matjordsprover. En bonde eller en organisation som skall utveckla jordbruket känner att de får något för pengarna när jordprovsresultaten är färdiga. Man får också snabba och synbara produktionsökningar vid rätt gödsling när markkarteringsdata följs.

I en hel del fall kan dock jordanalyserna vara missledande. Analyserna av växttillgängligt fosfor är ett exempel på detta. Resultaten som skall motsvara förhållandet mark-växt, har ofta påverkats av förändringar av provinnehållet under laboratorieförhållanden.

Tabell 2 visar de sexton kemiska element som är nödvändiga för växterna. De stora byggstenarna kol, väte och syre betraktas för det mesta inte som näringsämnen, eftersom dessa ämnen är helt avhängiga av förhållandet mellan luft och vatten (dvs. vattentillgång och jordens genomsläpplighet).

Tabell 2. Kemiska element och dess förhållande till växterna.

	Element	Kem. symbol	Huvudsaklig form för upptagande av växterna
Ämnen som fås från luft och vatten	Kol	C	CO_2
	Väte	H	H_2O , H^+
	Syre	O	CO_2 , H_2O , etc.
Primära näringsämnen	Kväve	N	NH_4^+ , NO_3^-
	Fosfor	P	H_2PO_4^-
	Kalium	K	K^+
Sekundära näringsämnen	Kalcium	Ca	Ca^{2+}
	Magnesium	Mg	Mg^{2+}
	Svavel	S	SO_4^{2-}
Spårämnen	Järn	Fe	Fe^{2+} , Fe^{3+}
	Bor	B	olika anjoner
	Zink	Zn	Zn^{2+}
	Koppar	Cu	Cu^{2+}
	Mangan	Mn	Mn^{2+}
	Molybden	Mo	MoO_4^{2-}
	Klor	Cl	Cl^-

De primära näringsämnena är nödvändiga för växterna i ganska stora mängder; dessa förekommer också i de flesta handelsgödselmedel. Sekundära näringsämnen krävs antingen i ganska små mängder eller kan tillfälligt orsaka bristsjukdomar hos växterna. Spårämnen eller mikronäringsämnen är också nödvändiga ämnen men i mycket små kvantiteter.

Fosfor, kalcium, magnesium, kväve i ammoniumform och fyra av mikronäringsämnena tas upp av växterna i form av katjoner (positiva joner), medan fosfor, svavel, nitratkväve och tre mikronäringsämnen tas upp som anjoner.

Näringsbehovet för växterna beror på många faktorer - typ av gröda, sort, klimat och jordens textur. Trots detta kan man ställa upp vissa allmänna krav på näringsinnehåll (tabell 3). De lägre värdena betyder att en gödsling är nödvändig eller ger ett mycket gott resultat. 'Medium' innebär ett möjligt resultat av gödsling och 'hög' att gödslingen knappast får någon positiv effekt. Värdena är generaliserade och förändras naturligtvis med olika grödor och olika områden; det finns handböcker med gödslingsrekommendationer som

kan ge information om lokala variationer.

Tabell 3. Generell nivå för primära näringsämnen i tropiska jordar (analyser från matjord). (Ur Young, 1976.)

Näringsämne	Enhet	Näringsstillstånd		
		lågt	medium	högt
Kväve	N, %	< 0,1	0,1-0,2	> 0,2
Växttillgängligt fosfor	P, ppm	< 10	10-40	> 40
Utbytbart kalium	K, me/100 g jord	< 0,2	0,2-0,4	> 0,4

Volymvikt satt till 1,5

1 % N per cm jord = 1500 kg N/ha

1 ppm P per cm jord = 0,15 kg P/ha

1 me K/100 g per cm jord = 59 kg K/ha

Omvandling: $P_{2O_5} \times 0,44 = P$

$P \times 2,29 = P_{2O_5}$

$K_2O \times 0,83 = K$

$K \times 1,20 = K_2O$

Växtnäring förekommer i marken som 1) växttillgänglig form, 2) förråd (svår-tillgängligt) och 3) fixerat (otillgängligt).

Växttillgängliga näringsämnen är de som finns i den kemiska form vilken växterna kan tillgodogöra sig. För fosfor används också detta uttryck som benämning på den mängd som kan extraheras med en svag syra. Växttillgängligheten varierar med pH.

Förrådet av näringsämnen i jorden är "inbakat" i mineralpartiklarna och är inte direkt tillgängligt för växterna men kan överföras i tillgänglig form. De ämnen som fixeras i kemiska föreningar och den del som ingår i förrådet är markens svårtillgängliga näringsämnen.

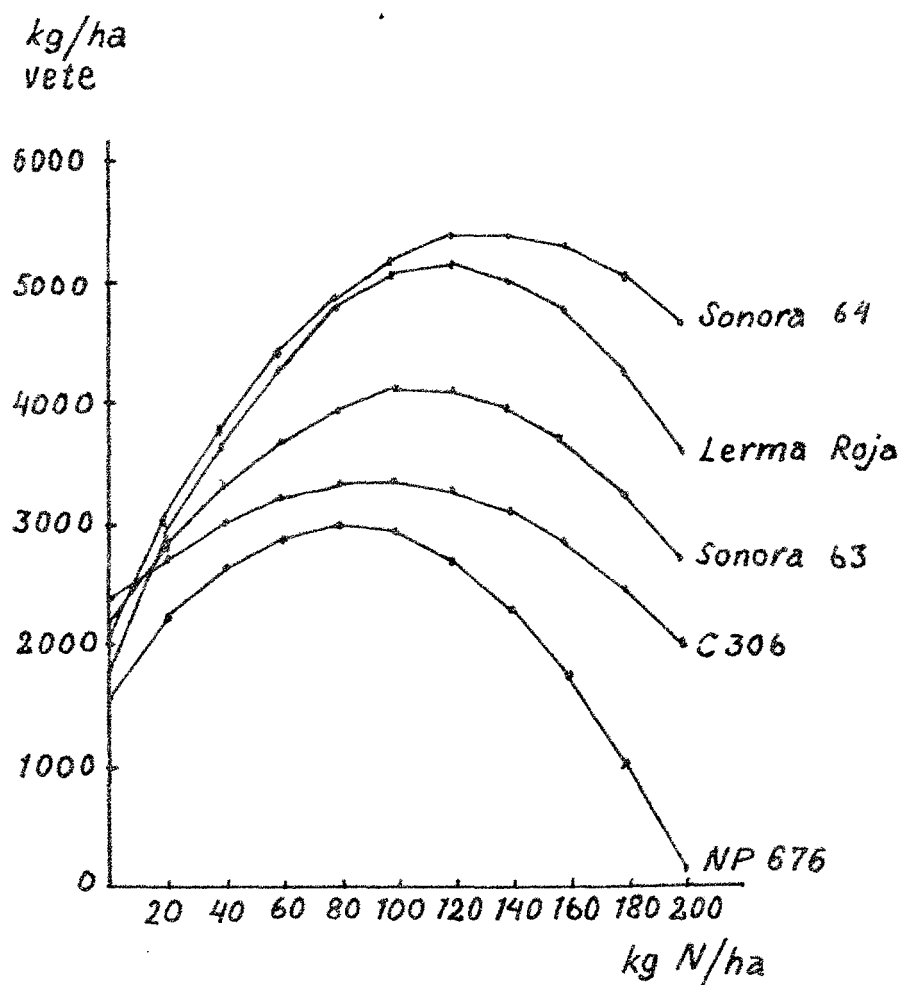
Vittringen av berggrunden ger en långsam men fortgående förnyelse av näringsinnehållet, och den svarar för huvuddelen av tillförseln till mark-växt-cirkulationen. I tropiska jordar ger närvaron av vittrande mineral inom rotzonen en tydlig, god effekt på markens bördighet. Effekten är större än man kan vänta sig, kanske just beroende på det ständiga, långsamma nettotillskottet.

Grödans tillväxt och avkastning begränsas av det näringsämne som det finns minst av i jorden, med hänsyn till växtens biologiska behov. Om det till exempel är kaliumbrist får man liten eller ingen skördeökning av enbart kväve- eller fosforgödselmedel. När kaliumbristen är hävd ökar också tillväxten vid tillförsel av andra ämnen. Denna minimilag - dvs. att tillväxten helt bestäms

av den tillväxtfaktor som är sämst tillgodosedd - har stor betydelse. Jord som vid en analys visar sig innehålla för litet av ett primärt näringsämne reagerar kanske inte alls vid tillförsel av detta ämne, vilket då kan bero på en brist av t.ex. svavel eller ett spårelement. Ofta kan den begränsande faktorn vara vatten.

Näringsbalansen komplicerar hela frågan om näringstillgången ännu mera. En mycket hög tillgång på ett ämne kan hindra upptagandet av ett annat. Denna effekt uppträder särskilt ofta mellan de utbytbara baserna. En mycket kalkrik jord, t.ex., kan ge upphov till kaliumbrist.

Nya sorter (också de så kallade hög-avkastande sorterna) kräver högre gödselmedelgivor än de lägre avkastande traditionella sorterna. Därför är det svårt att säga definitivt om en jord har, eller inte har, brist på något specifikt ämne. En ny sort kan svara på gödselmedelgivor medan de lokala sorterna inte ger någon ökad skörd på samma giva. Fig. 3 visar just några sådana skillnader i kvävegödslingseffekter.



1. Mexikanska dvärgvetesorter: Sonora 63 och 64, Lerma Roja
2. Indiska långsträiga: C 306 och NP 876

Fig. 3. Kvävegödslingseffekter för några olika vetesorter.

Ur Gaus (1973)

FAO:s "Freedom from Hunger Campaign Programme" har gjort omfattande experiment som visar att skördeökningen vid användning av enkla gödselmedel blir bara 10-20 % jämfört med ogödslat led, medan NPK-gödselmedel ger ungefär 40 % skördeökning. När gödsling kombineras med bättre sorter och andra förbättrade odlingsmetoder kan ökningen bli 200-300 %.

Enbart konstgödsel är alltså ofta inte tillräckligt för att höja skörden. Ett exempel från Kenya visar att kvävegödselgivor till majs som i början gav ett gott ekonomiskt utbyte efter en tid gav allt sämre resultat. Efter några år var givorna ofta oekonomiska om planteringen fördröjdes tre veckor och helt olönsamma om planteringen fördröjdes sex veckor. Det ligger en fara i att tro att gödselmedlen skall göra underverk. De är nödvändiga för att ge höga skördar, men det räcker inte - de måste användas i kombination med andra förbättringar.

Det är dock ingen tvekan om att en anpassad gödsling skulle kunna göra mycket nytta i länder där befolkningen svälter. Fig. 4 visar hur "nyttan" av gödselmedlen relativt sett blir mindre ju mer gödsel som läggs på.

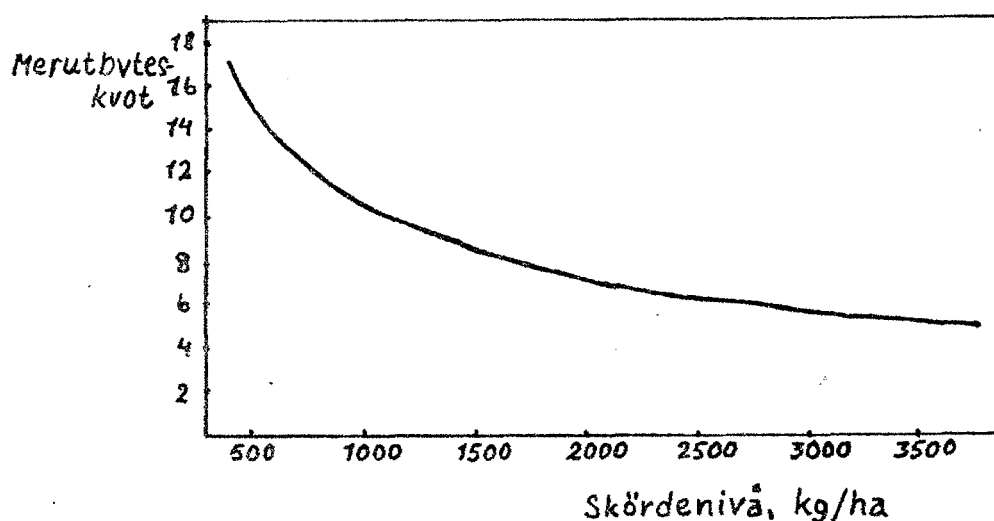


Fig. 4. Ekonomiskt utbyte av gödsling.

Sambandet mellan merutbyteskvoten (kg vete/kg gödselmedel) och skördenivå (grundat på skörden 1948-52). Kurvan visar att det potentiella merutbytet för ökad gödsling är betydligt högre i länder med låg skördenivå (huvudsakligen utvecklingsländer) än i länder som redan tar in höga skördar.

Men världsekonomin tar inte någon större hänsyn till att resurserna fördelas på ett slösaktigt sätt. Gödselmedelsanvändningen ökar mest i Europa och Nordamerika och minst i Afrika och Asien (fig. 5).

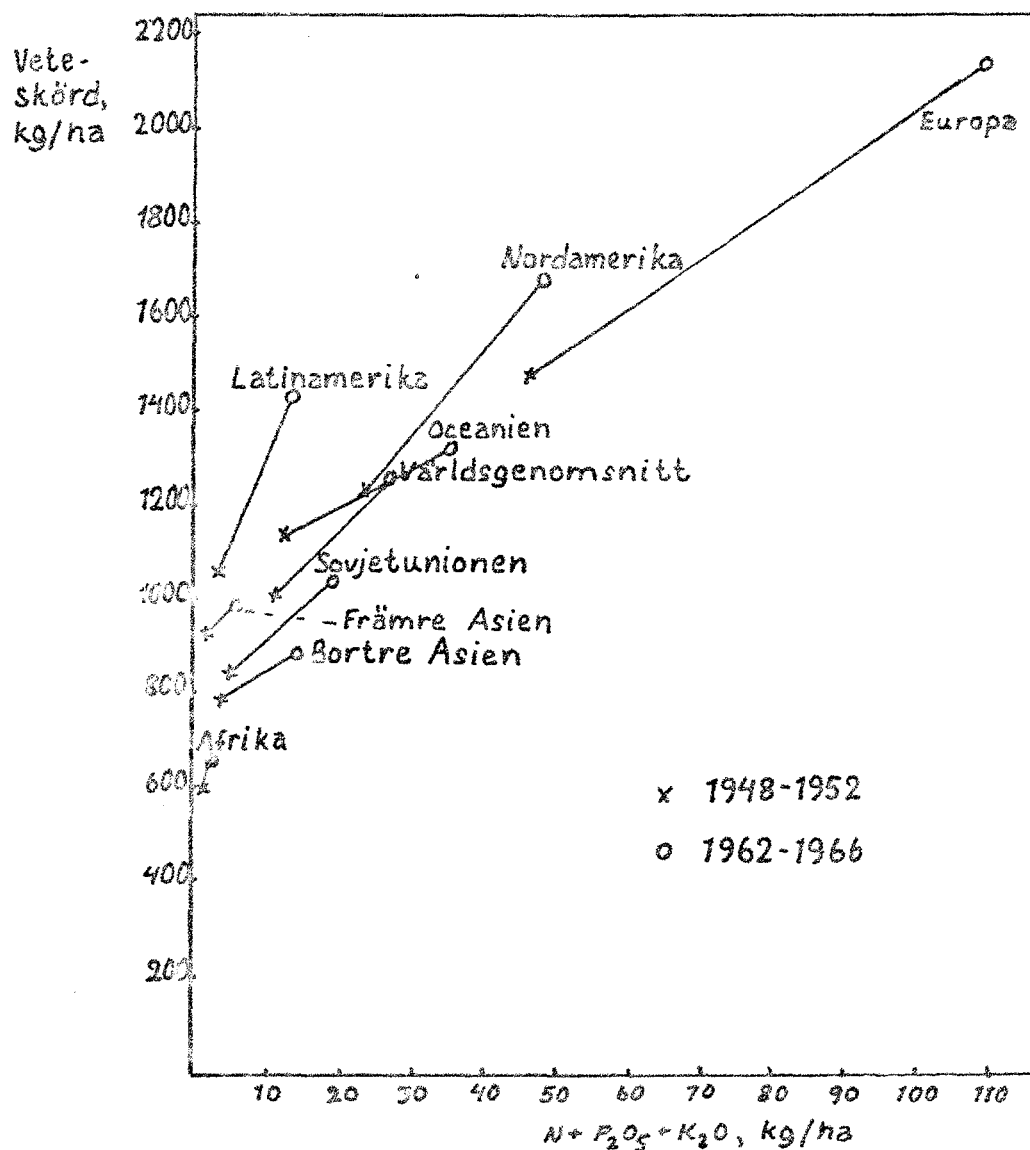


Fig. 5. Sambandet mellan veteskörd och gödselmedelskonsumtion per odlingsbar ha i olika delar av världen.

Ur FAO Soils Bulletin nr 12

Kväve

Kväve är det näringsämne som oftast är i underskott i tropikerna. I de humida klimaten är kvävebrist den största enskilda orsaken till låga skördar, medan redan i semiarida områden får vattnet lika stor betydelse som kvävetill-

gången. Grödor där bladen tillvaratas, t.ex. te och vall, ger särskilt goda resultat efter kvävegödsling, liksom även majs, ris, bomull och sockerrör. Det är få tropiska jordar som inte ger något gensvar när kväve tillförs.

Kvävebrist är en direkt följd av minskad humusandel i jorden; det mesta markkvävet kommer från mineralisering av organiskt material. Det årliga tillskottet från fixerat atmosfäriskt kväve är litet jämfört med de mängder som ingår i mark-växt-cirkulationen. Vid svedjebruk förloras också mycket kväve till atmosfären, medan alla övriga näringsämnen (utom svavel) blir kvar i askan.

Kväve i organisk form (som en del av humusen) är inte tillgängligt för växterna och måste därför först överföras (mineraliseras) till växttillgänglig form av svampar och bakterier (se fig. 6).

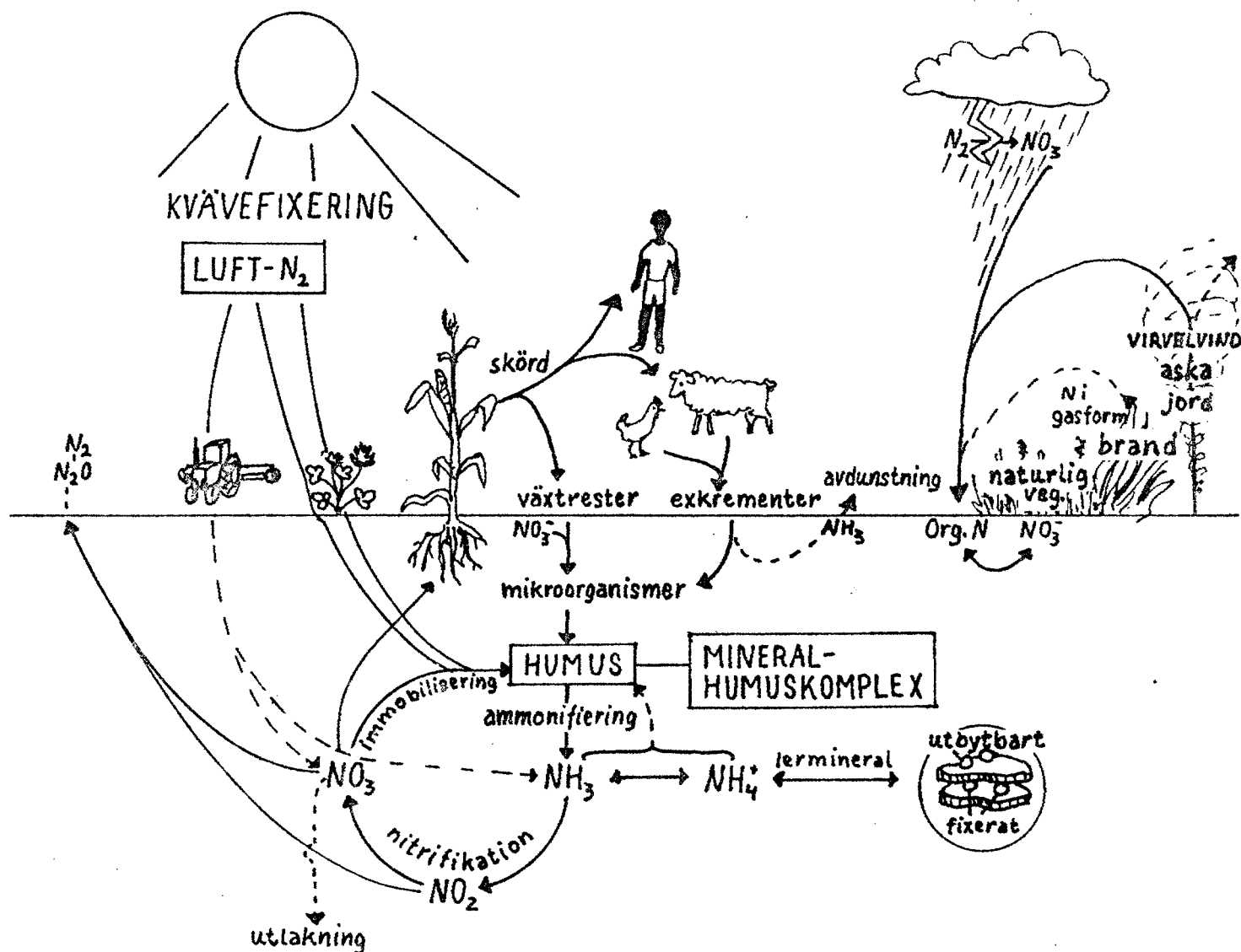


Fig. 6. Kvävets kretslopp i marken.

Nitrat är den form som växterna föredrar vid upptagandet. Tyvärr är nitrat också mycket lösligt och kan lätt utlakas. Det är därför viktigt att det finns ständig tillgång på kväve som utportioneras under hela vegetationsperioden.

Föregående års gödsling ger vanligtvis liten effekt. Den kontinuerliga kvävetillgången kan man få genom att övergödsla på den växande grödan, men en bättre och mera anpassad tillförsel fås om det finns tillräckligt med organiskt material i marken.

En kol/kväve-kvot på mellan 10:1 och 12:1 i jordens humusdel visar att kväve mineraliseras tillräckligt snabbt och i lagom mängd. Kvoten är mycket högre i växande växter. Värden över 12:1 i jorden betyder att nitrifikationen hejats på något sätt. Den vanligaste orsaken till detta är att vattnet inte rinner undan genom horisonten, dvs. dåliga dräneringsförhållanden.

Tillförseln av kväve kommer naturligt främst genom fixering av luftens kväve. Det finns olika former av kvävefixering:

1. Rhizobia, rotbakterier

a) Leguminosor, örter

b) Leguminosor, träd

Mimosa

Acacia

2. Kvävefixerande jordbakterier

Rhodospirillum

Clostridium

Azotobacter

3. Kvävefixerande bladbakterier

Beijerinckia

Leguminosor kan under goda förhållanden utveckla en enorm kapacitet.

Tabell 4.

Ört	Fixerat kväve, kg/ha
Alfalfa	220
Ladinoklöver	200
'Sweet'klöver	135
Rödklöver	130
Kudzu	120
Vitklöver	115
Cowpea	100
Lespedeza	95
Vicker	90
Ärt	80
Sojabönor	65
Vinterärt	55
Jordnötter	47
Bönor	45

Ur Erdman, USDA Farm. Bull. 2003 (1959)

Som framgår av översikten är det stora mängder kväve som kan bindas genom bakterieaktivitet. I vissa länder såsom Nya Zeeland är jordbrukets kväveförsörjning till huvuddelen byggd på en konsekvent användning av legumino-ser. Fixering av kväve genom träd (Mimosa, Acacia) är av stor betydelse för de tropiska och subtropiska skogarnas ekologi och därigenom för det traditionella svedjebruket. Av de bakterier som lever fritt i jorden är den vanligaste i tempererade områden, Azotobacter, sällsynt i de humida tropikerna då den inte tål pH under 6,0. Det finns dock andra som kan klara av sådana förhållanden. Mikroorganismer i symbios med termiter har också möjlighet att fixera atmosfäriskt kväve (Brezhak m.fl., 1973). Både fritt levande och symbiotiska kvävefixerande bakterier kräver små mängder av molybden för att fungera bra.

Tabell 5. Lågt respektive högt skattade relativa årliga tillförseln av kväve från olika källor i fem tropiska ekosystem (kg N/ha).

Källa	Regn-skog	Savann m.högt gräs	Savann m.lågt gräs	Sockerrör	Sumpris
Regn och dimma	4-8	4-8	4-8	4-8	4-8
Icke-symbiotisk fix.					
i vegetationszonen	12-40	0-12	0-4	0-12	0-4
av blå-gröna alger	0	0-10	0-10	0-10	14-70
i rotzonen	0-6	0-13	0-6	0-9	0-10
i halm	0-25	0-10	0-6	12-50	0-10
Symbiotisk fix.	34-68	0	0-10	0	0
Totalt	50-147	4-53	4-44	16-89	18-102

Ur Young (1976)

I klimat med en torrperiod blir det en stark kväveeffekt alldeles i början av regnen. När den torra jorden fuktas ökar nedbrytningen av organiskt material, och mineraliseringen av kväve sätter fart. Redan ett par dagar senare har kvävenivån sjunkit ganska mycket igen. Ju längre torrperioden varar, desto större kväveeffekt ger denna kvävemineralisering. Detta kan visas både experimentellt och i fält. En förklaring är att en förlängd uttorkning ger större ytor på de organiska kolloiderna, vilket ger möjlighet för nitrifierande bakterier att öka i antal. De minskar igen så snart de lätt nedbrytbara kolloidytorna "ätits upp". Fenomenet kallas Bircheffekten efter sin upptäckare (Birch, 1958, 1960). Man har länge känt till att tidig sådd av ettåriga grödor, särskilt majs, ger skördeökningar, och det verkar vara kväveeffekten som orsakar detta.

I savannområdena rör sig nitrat långsamt upp mot det övre skiktet under torrperioden, och ner till B-horisonten under regnperioden. Utlakningshastigheten har uppskattats till 0,2-0,3 cm per cm nederbörd för ursprungligt markkväve, och förmodligen en större hastighet för handelsgödselkväve.

Kvävetillgången kan förbättras genom träda, gröngödsling, växtföljd med leguminosgrödor, gräsvall, kompost, organisk gödsling och handelsgödselmedel. Trädan förbättrar vanligen kväveinnehållet genom en ökning av organisk substans i marken. I vissa savannområden med högt gräs kan å andra sidan en art av familjen Andropogoneae hindra kvävemineraliseringen när jorden trädas. Växtföljder där särskilt krävande växter (t.ex. majs) odlas två år efter varandra skall undvikas. Kompost och organiska gödselmedel är mycket viktiga, och kvävegödselmedel i form av konstgödsel är effektivast om den tillsätts i kombination med någon av dessa mullbildare. Kvävetillgången i padi-jordar (risjordar) upprätthålls av de blå-gröna algernas kvävefixering.

Det vanligaste och billigaste kvävegödselmedlet, ammoniumsulfat, har en försurande inverkan på jorden och kan därför orsaka en minskning av fosfors tillgänglighet. Helst bör det ersättas med kalkammonsalpeter eller urea, särskilt på sura och sandiga jordar.

Fosfor

Fosfor krävs inte i lika stor mängd av växterna som kväve, men den är nödvändig och finns ofta i alltför liten mängd. Fosforbrist hämmar rotutvecklingen och därmed hela plantans tillväxt. Bristen uppstår ofta i de humida tropikerna, mera sällan inom torrare områden. Två problem är viktiga i samband med markens fosforinnehåll:

- 1) Upprätthållandet av tillräckligt stor andel fosfor i för växterna upptagbar form.
- 2) Förhindrandet av fixering i otillgänglig form.

För att rötterna skall kunna ta upp fosfor måste den vara närvarande som fosfatanjon, H_2PO_4^- . Mängden av denna anjon i markvätskan är mycket liten och måste förnyas flera gånger per dag för att växterna skall få den andel de behöver.

Markens fosforhushållning kan åskådliggöras med hjälp av en hydrologisk parallell (fig. 7). De tre fosforförråden motsvaras av de tre kärlen med vätska. Strömning mellan dessa kan ske i begränsad grad via ventiler. Volymen på kärlen anger storleksordningen mellan fosforförråden. Tillförsel av fosfor genom gödsling höjer fosfornivån kraftigt i markvätskan-magasinet med löst fosfor. Det sker en strömning över till de mer eller mindre svårtillgängliga förråden.

Om fosfornivån sänks i det lösta förrådet genom växternas uttag sker en återströmning från det utbytbara fosforförrådet. Ju högre fosfornivån ligger i detta förråd desto rikligare blir tillströmningen. Fosfornivån i detta förråd kan vara naturligt hög eller ha byggts upp genom gödsling. Liksom vattennivån i det smala kärlet som symboliserar löst fosfor varierar starkt med små vattenvolymer, så varierar också fosfornivån under vegetationsperioden starkt på grund av gödsling eller genom rotens fosforkonsumtion. Vid ensidigt fosforuttag sjunker fosfornivåerna ned till ett visst jämviktsläge. Om förrådet "P-utbytbart" är stort kan strömningen till "P-löst" vara tillräcklig för en godtagbar växtproduktion under lång tid. Är detta förråd litet kan fosforsituationen dock snabbt bli kritisk.

Den viktigaste källan för fosfor i jorden är vittringen av mineralet apatit. I matjorden har humusen en avgörande betydelse genom mineralisering av organiskt material. Fosfor tillförs genom gödsel från djuren eller i form av konstgödsel, främst superfosfat i olika varianter. De största fosfatfyndigheterna finns i Nordamerika och Nordafrika. Fosfor beläggs med högre transportkostnad under sin väg till bristområdena i tropikerna.

Analyserna som görs ger bara ungefärliga värden på den växttillgängliga fosfor. Olika mätmetoder ger olika resultat. Växttillgängligt fosfor varierar också mest av alla markens egenskaper - ofta blir variationen 50 % för jordprover från ett litet, begränsat område. För de flesta tropiska jordar kan man konstatera att växttillgängligt fosfor finns till största delen i ytskik-

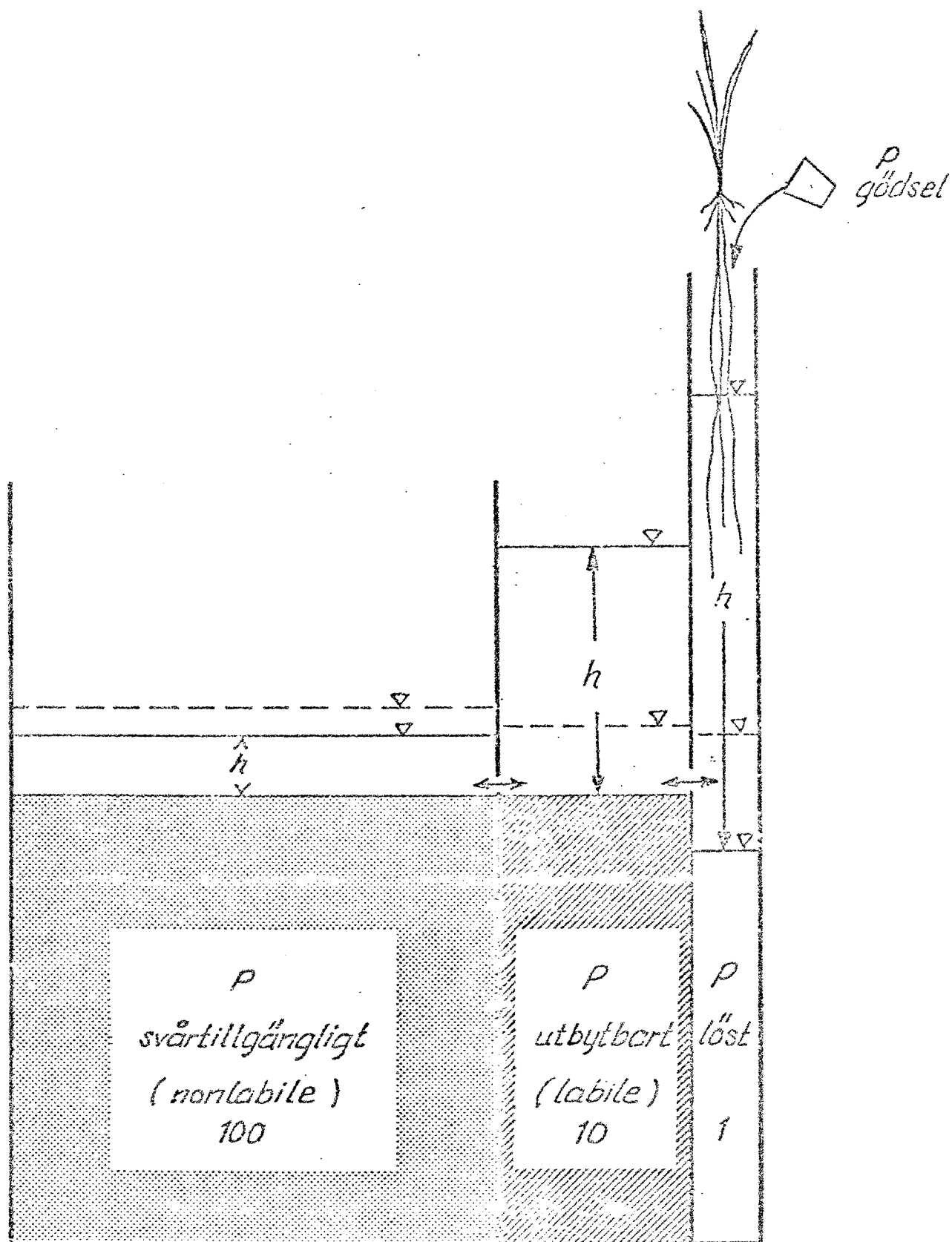


Fig. 7. Markens fosforhushållning - hydrologisk parallell.

tet av jorden. Ofta analyseras också förrådet av fosfor, vilket framtagits genom extraktion med en stark syra. Detta kan ge en vägledning om fosfortillgången särskilt under sådana extrema vittringsförhållanden som råder i regnskogsområdet.

Fixering av fosfater innebär att fosfor binds till andra ämnen, särskilt till järn och aluminium, och bildar mycket svårösliga föreningar. Fixeringen är störst under mycket sura förhållanden och i jordar som innehåller mycket järn- och aluminiumoxider. Följaktligen är fixeringsproblemet särskilt stort i regnskogsområdets jordar (utlakade ferrallitiska jordar och starkt utlakade ferrisolter). En stor del av det fosfor som tillförs genom handelsgödselmedel fixeras här i otillgänglig form. Det kan därifrån endast mycket långsamt komma växten tillgodo.

Det finns inga enkla lösningar på problemet med fosforfixering på de starkt sura jordarna. Kalkning är vanligen inte effektivt på latosoler, och i vilket fall skulle det vara både opraktiskt och dyrt med tanke på den stora utlakningen. Handelsgödsel i form av pelleterade, långsamt lösliga korn kan ge en mer varaktig tillgång på fosfor men är alltför kostsamt. Mest värdefullt är kanske att upprätthålla andelen organisk substans i jorden. För det första utgör humus en kontinuerlig källa av fosfor genom mineraliseringen. För det andra fixeras fosfor troligen inte lika lätt i organisk form som i oorganisk. För det tredje kan organiska syror lösa en del fixerat fosfor och på så vis överföra det i tillgänglig form.

Kalium

Kalium finns i större mängder i jordarna och ger inte lika ofta upphov till brist. Växterna tar upp kalium i form av K^+ -joner, vilka förhållandevis lätt kan lakas ut. Bristerna uppstår därför ofta i regnskogsområdena och i sandiga savannjordar. Rotfrukter kräver mycket kalium, liksom även tobak, oljepalm och bananer.

I första hand utgörs förrådet av kalium i marken av vittringsrester från fältspat och glimmer. Där vittringsbara mineral saknas måste tillräckligt med kalium komma från nedbrytning av organisk substans eller från askan där vegetationen bränts ner. Fixering är inget stort problem men kan förekomma på vissa 2:1-lagersdominerade leror.

Andra näringsämnen

Kalcium och magnesium tas båda upp av växterna som katjoner och kan därför lakas ut i regnskogsområden så att brister uppstår. Men problemet är inte så stort, eftersom många grödor som odlas på mycket sura jordar (t.ex. gummi) har låga kalciumkrav. Magnesium ingår i klorofyllet och kan visa bristsymptom på grödor med stora bladytor, t.ex. tobak. Kalk- och magnesiumbrister uppstår där de utbytbara baserna för respektive ämne är mindre än 0,2 me/100 g jord. Ett överskott av något av ämnena kan hindra upptagningen av det andra; på kalkrika jordar är det ofta magnesiumbrist.

Svavel tas upp som sulfatanjon, SO_4^{2-} . Det fås främst från mineralisering av organisk substans och bortgår liksom kväve när vegetationen bränns ner. Det kan också tämligen lätt lakas ut. Svavelbrist förekommer också mycket riktigt på jordar med lågt humusinnehåll, särskilt sandiga jordar, och i områden som svedjas ofta. Jordnötter ger ibland skördeökningar vid gödsling med svavel. Man brukar inte rutinemässigt analysera jorden på dess svavelinnehåll, utan endast om svavelbrist kan misstänkas.

Spårämnen som orsakar bristsjukdomar kan vara svåra att upptäcka. Man kan göra kärlförsök och pröva sig fram till vilket ämne som orsakar bristen. Järn, mangan, koppar och zink är mindre växttillgängliga vid högre pH, så brister förekommer på kalkrika jordar. Även på sura jordar kan det vara brist på vissa spårämnen, t.ex. zinkbrist i kakao- och kaffeodlingar. Kopparmängderna är ofta låga på organiska jordar.

Mycket små mängder av bor är nödvändiga för växterna, men det blir snart giftigt i något högre doser. Borförgiftning kan uppstå vid bevattning av kalkhaltiga jordar. Jordar som planeras för bevattning bör analyseras på borinnehållet. Förgiftningssymptom visar sig vid 0,7-1,5 ppm (ung. 3-6 kg B/ha).

Näringsämnen och klimatzoner

Kvävebrist förekommer överallt i tropikerna, särskilt på jordar som odlats under längre tid. I regnskogsbältet är det ofta brist både på kväve och fosfor, beroende på den snabba bortodlingen av organisk substans. Även kaliumtillgången kan vara för liten, eftersom utlakningen är så stor. Savannområdens jordar har ofta brist på enbart kväve eller både kväve och fosfor. Leguminosväxter behöver ofta fosfor och ibland också svavel. Kaliumbrist har man här bara på sandiga jordar. I de torra tropiska områdena är kvävebrist återigen vanlig, och vid låga humusinnehåll kan det också finnas fosforbrist. Vid höga pH förekommer också spårämnesbrister.

KEMISKA FÖRHÅLLANDEN

Markens reaktion, pH, är inte lika betydelsefullt för markens bördighet i tropiska områden som det är i den tempererade zonen. De flesta grödor i tropikerna har anpassat sig till sura förhållanden. Inom en klimatzon är dock de mindre sura jordarna oftast mest produktiva. Alla primära näringsämnen och de flesta andra är maximalt tillgängliga för växterna i området pH 6,0-7,5. Vid pH-värden under 5,5 är de primära näringsämnena mindre tillgängliga, särskilt fosfor. En del spårämnen är också mindre tillgängliga vid höga pH (fig. 8).

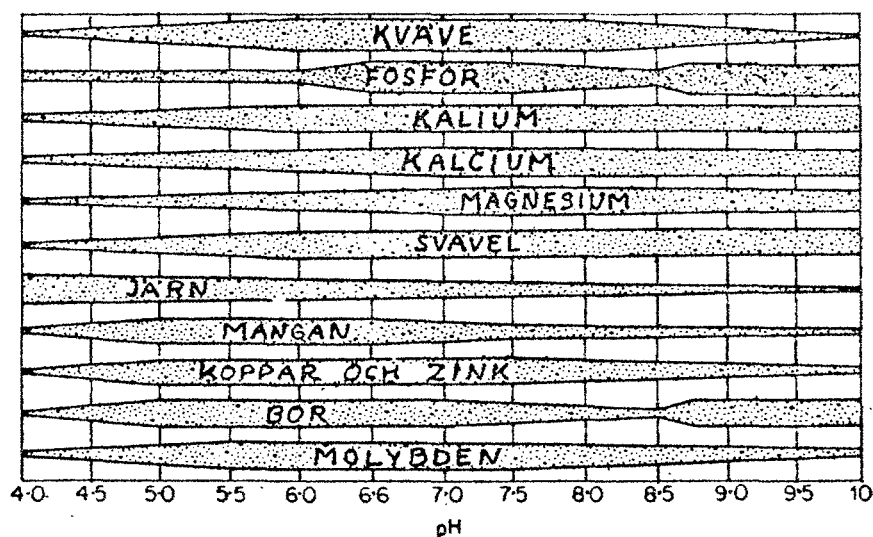


Fig. 8. Sambandet mellan markvätskans pH och näringsämnenas tillgänglighet.

Det är allmänt känt att kalkning, som har fått en sådan stor betydelse i tempererade områden, har mycket liten eller ingen effekt på latosoler. Varför är ganska outrett: Eventuellt får man sidoeffekter som stör näringsbalansen vid kalktillförseln, eller kanske spårelementen blir mindre tillgängliga.

Basmättnadsgraden visar hur stor den aktuella utlakningen är, vilket ju har stor betydelse för hur mycket av den tillförda näringen som stannar kvar på åkern. pH 5,0-6,0 motsvaras vanligen av 25-75 % basmättnadsgrad. På mycket sura jordar blir basmättnadsgraden inte lika tillförlitlig. Värdena måste bedömas i ett sammanhang där både gröda och klimatzon ingår. Bördigheten sjunker vanligen ju lägre basmättnadsgraden är. Exempelvis skörden av kakao sjunker då basmättnadsgraden i B-horisonten är under 30 %.

En tredje faktor som hör till de kemiska förhållandena i jorden är förgiftningar. Det vanligaste är förgiftningar i arida områden orsakade av alltför hög halt av salter, natrium eller bor. Svavelförgiftning kan förekomma under det höga vattenståndet i sumprisodlingar. Kalkkonkretioner kan också vara besvärliga, då de stör näringsbalansen i jorden. Magnesiumdioxidkonkretionerna ger däremot inga synbara förgiftningseffekter. På mycket sura jordar kan aluminiumförgiftning vara orsak till dåliga skördar.

ORGANISKT MATERIAL

Betydelsen av humusinnehållet i jorden har kommit fram flera gånger i det som skrivits tidigare. Vi gör en sammanfattning av det organiska materialets roll i marken:

- 1) Förbättring av jordens struktur som medför
 - a) bättre genomrotning av jorden
 - b) goda fuktighetsförhållanden
 - c) motståndskraft mot erosion.
- 2) Näringsnivån upprätthålls, särskilt för kväve och fosfor. Humusen fungerar som ett förråd från vilket näringsämnen frigörs genom mineralisering till växttillgängliga former. Kväve- och fosforkretsloppen är därför beroende av kolets (eller totala organiska substansen) kretslopp.
- 3) Ökning av katjonbyteskapaciteten och därmed kapaciteten att kvarhålla den näring som tillsätts.

Ju lägre andel ler eller vittringsbara mineral jorden innehåller, desto viktigare är det att humusnivån upprätthålls. Mer än hälften av näringsinnehållet och katjonbyteskapaciteten finns i de 20-30 cm som utgör A-horisonten, dvs. matjorden.

I allmänhet anses humusinnehållet (org. kol $\times 1,72$) i matjorden vara lågt om det understiger följande värden:

	Finkorniga jordar	Sandiga jordar
Regnskog	3,0 %	2,0 %
Savann	1,5 %	1,0 %

För den semi-arida zonen är motsvarande värden något lägre än för savannområdet.

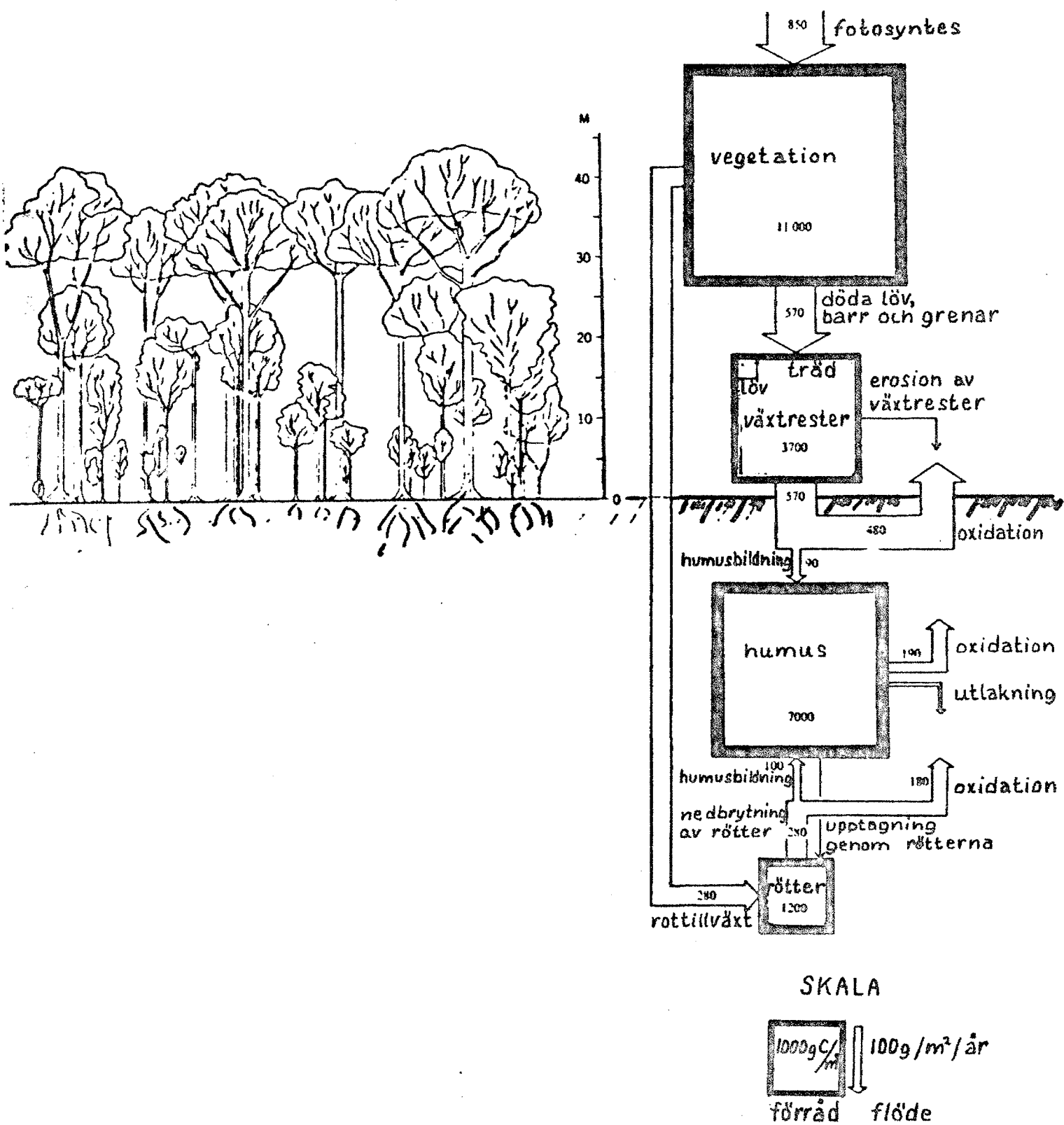


Fig. 9. Kolets cirkulation i områden med regnskog.

Siffrorna hämtade ur Nye och Greenland (1960).

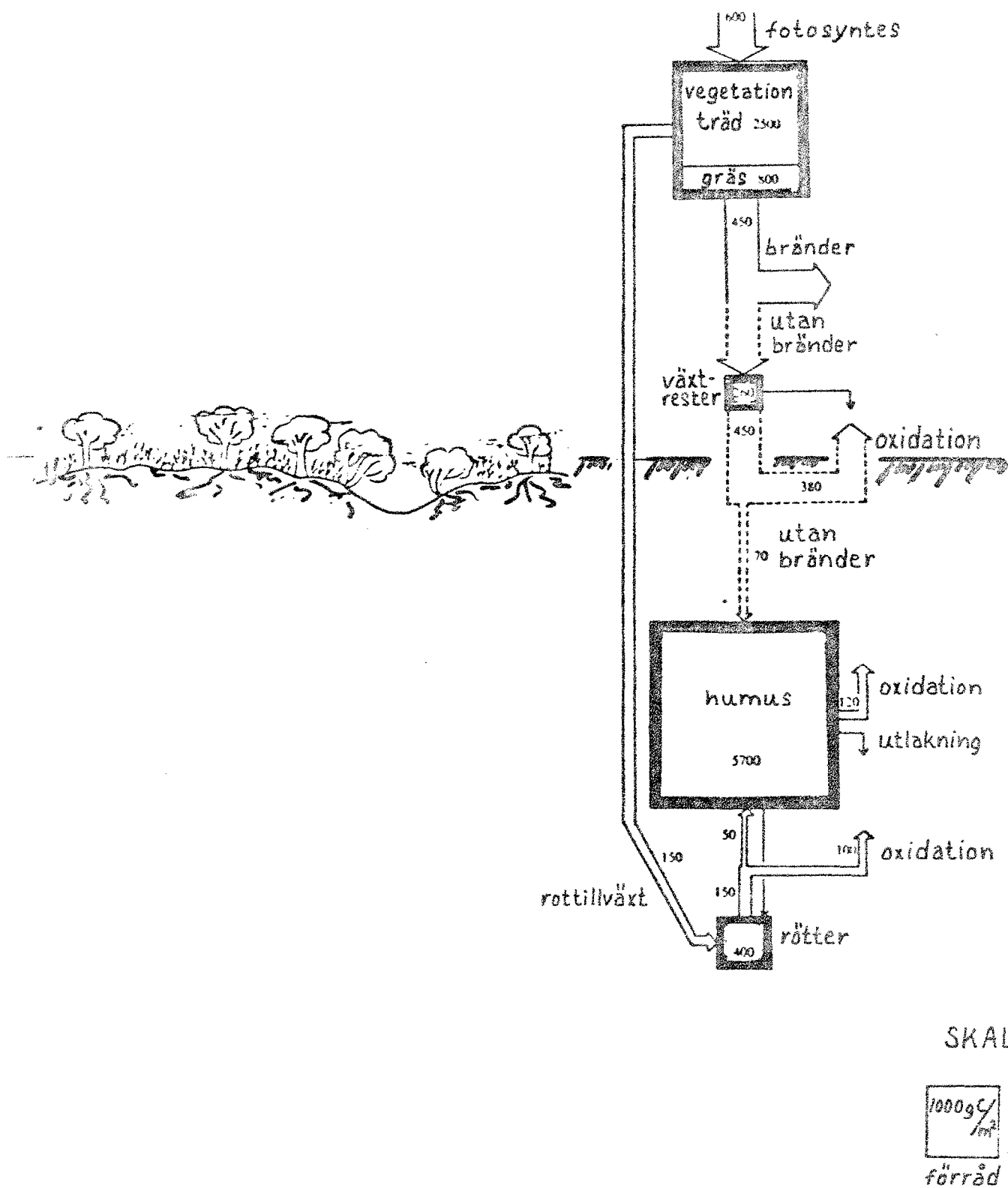


Fig. 10. Kolets cirkulation i områden med fuktig savann. (Här binds en väsentligt mindre andel kol i vegetationen än i regnskog.)

Siffrorna hämtade ur Nye och Greenland (1960).

Exempel på humushushållning

Folkrepubliken Kina

Kineserna har byggt upp ett imponerande system för att underhålla jordens humusinhåll, delvis genom att ta tillvara allt organiskt avfall. Det är gamla traditioner och erfarenheter som numera fungerar i både mindre och större skala, i stad och på landsbygd. Utbyggnaden av handelsgödselindustrier är både kostsam och tekniskt krävande, därför har man valt att göra detta steg för steg och även i fortsättningen lita mest till den organiska gödseln. Idag utgör den 2/3 av all växtnäring som används. Se fig. 11.

De organiska material som används är:

Avfall från djur: gödsel och urin.

" " människor: gödsel, urin, köksavfall, kloakvatten, "skräp".

Växtrester: halm, agnar, stjälkar, ogräs, gräs, löv, sockerrörsavfall, te- och bomullsavfall.

Gröngödsling och vattenväxter.

Bio-gödselmedel (alger m.m.).

Slam

Andra resurser.

Behandlingarna av var och en av dessa finns beskrivna i FAO Soils Bulletin nr 40 (1978).

SAMBANDET JORD-GRÖDA

Två faktorer påverkar valet av gröda:

- 1) Skillnader mellan kraven på jordarna för olika grödor.
- 2) Olika grödors tolerans mot mindre gynnsamma förhållanden.

De mera krävande grödorna, som t.ex. majs och jams, ger mycket höga skördar på goda jordar medan de på sämre jordar avkastar nästan ingenting. Tåliga grödor däremot (t.ex. millet) ger en skaplig skörd även på sämre jordar. De avkastar givetvis bättre på bördigare jordar men kan inte mäta sig med de mer krävande grödorna.

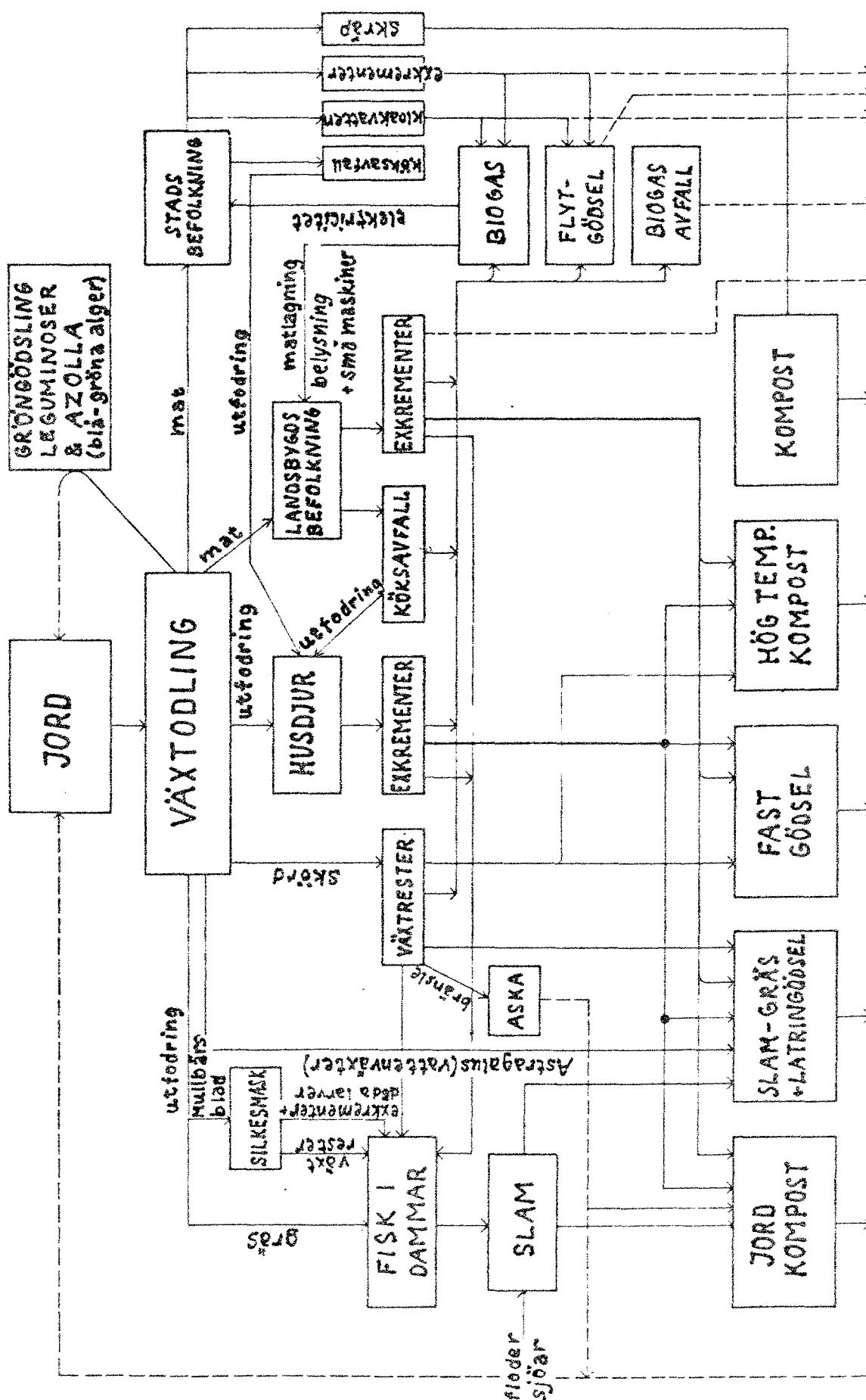


Fig. 11. Återanvändning av organiskt avfall i folkrepubliken Kina.

Samma princip gäller också för olika sorter av en kulturväxt. Sorter som förädlats till att ge maximal skörd under mycket goda förhållanden (inklusive de s.k. högvakastande sorterna) kan ha en mycket liten tolerans mot sämre förhållanden - ett faktum som den fattige bonden tar med i beräkningen och som gör att han ofta hellre håller sig till de kända lokala sorterna.

Också av andra anledningar finns det orsak att vara skeptisk mot de nya förädlade sorterna. Ofta kräver de en mera avancerad jordbruksteknologi, vilket leder till arbetslöshet bland befolkningen. Köpkraften minskar och resultatet blir en ännu mer utbredd svält. Detta beror naturligtvis inte på växtförädlarna, utan på samhällets organisation eller "strukturella mognad" som Erich Jacoby uttrycker det i artikeln "Den gröna revolutionen - en utgångspunkt, inte en lösning" i Rapport från SIDA nr 11-12, 1970.

OLIKA VÄXTSLAGS NÄRINGSBEHOV

Spannmålsslagen

Ris

Ris har alltid varit den största spannmålsgrödan i världen. Skördenivån ligger vid 3-6 ton/ha i länder med avancerad teknik. I utvecklingsländerna av tropiska Asien, Afrika och Latinamerika är skördenivån sällan högre än 1-2 ton/ha.

Under förutsättning av rätta bruksmetoder (vattenförsörjning, jordbearbetning, gödsling, ogräs- och sjukdomsbekämpning, lämpliga sorter) så bör skördenivån även där ligga inom samma nivå, dvs. omkring 4 ton/ha eller högre.

Kvävegödsling

Fram till 60-talet var syftet med risförädlingen inom många tropiska odlingsområden att göra urvalet så att man fick fram de högst avkastande sorterna under de vanligen förekommande förhållandena med lågt näringstillstånd hos jorden, dvs. utan tillskott av gödsel.

Från 60-talet har risförädlingen emellertid inriktats på att skapa sorter som kan tillgodogöra sig stora gödselmängder av främst kväve och därigenom också nå en högre skördenivå. Målet för risförädlingen är nu: 1) Hög avkastning. 2) Kort vegetationstid för hög avkastning per arealsenhet och tidsenhet. 3) Kort- och styvsträigt = hög liggsädesgräns. 4) Korta, uppåtstående blad med stor strålningsexploatering. 5) Motståndskraft mot sjukdomar.

Denna förändring i sortegenskaper höjer radikalt den potentiella skördenivån främst på grund av deras förmåga att tåla en högre gödsling.

Fosforgödsling

Den vanligaste risodlingen är i form av wetrice (sumpris), endast en mindre del odlas som drylandrice. Skörden i det senare fallet är låg, under 1 000 kg/ha. Vid primitiv odling är jorden själv oftast den enda näringskällan. Det är en mycket stor variation hos olika jordar i bl.a. fosforlevererande förmåga till markvätskan. Emellertid höjs fosforutlösningen från jorden då marken står översvämmad med vatten på det sätt som sker i risodling. På grund av detta är inte fosforgödslingsbehovet så stort vid risodling på de naturligt fosforrika jordarna i Asien. Däremot har jordarna i Afrika och Latinamerika ett gödslingsbehov. I allmänhet är gödslingsbehovet inte större än 40 kg P_{20_5} för de gamla sorterna och 60 kg P_{20_5} för de nya högavkastande sorterna.

Kaliumgödsling

Risgrödan (halm + vippa) tar ungefär 50 kg K per ton skörd. Med själva kärnan följer dock endast 2-3 kg/ton. I allmänhet har jorden förmåga att försörja grödan med kalium och en gödsling av 30-60 kg K/ha rekommenderas för att bibehålla balansen i näringsförrådet vid övergång till nya sorter med en högre skördenivå och kvävegödslingsnivå.

Vete

Vete är väsentligen en gröda för tempererade områden och av mindre betydelse för de tropiska områdena, utom de höglänta såsom Kenya och Etiopien, Mexico eller där vintertemperaturen är låg nog för odling t.ex. norra Indien och Väst Pakistan, där vete är den mest betydande grödan. Skördenivån inom dessa områden ligger dock lågt, 1000-1500 kg/ha.

Med de nya vetesorterna, av dvärg- eller halvdvärgstyp, har man dock också i dessa veteodlingsområden fått potentiella möjligheter att höja skördenivån om odlings- och gödslingstekniken samtidigt förbättras.

Optimala kvävegivnan för normalvetesorterna var omkring 60 kg N/ha med en skördeökning 400 till 600 kg kärna. Dvärgsorterna kan nyttiggöra sig upp till 150 kg N/ha med en skördeökning av 2000 till 3000 kg kärna. Dvärgsorterna kan ge ca 20 kg kärna per kg N mot ungefär 10 kg kärna per kg N hos de långsträiga sorterna.

På grund av bättre kvalitetsegenskaper hos de långsträiga sorterna bibehålls

dock dessa sorter till hög andel av odlingen och de betalas med ett högre pris. De är också föremål för förädling. Nettovinsten blir dock 2 till 3 ggr större vid odling av dvärgsorterna. Optimumgivan är 60 kg N/ha hos de långstråiga sorterna och 120 kg N/ha hos dvärgsorterna. Vid intensiv kvävegödsling och hög skördenivå fordras också 40 kg K_2O och 40-60 kg P_2O_5 per ha i normalfallet.

Ett fullständigt utnyttjande av den potentiella avkastningsförmågan fordrar en god odlingsteknik även i övrigt och framförallt måste vattenfaktorn vara väl tillgodosedd genom bevattning.

Med försämrad vattentillgång (mindre regnmängd) avtar utslaget för gödsling. Med hänsyn till att gödslingseffekten är starkt beroende av vattentillgång rekommenderas ingen gödsling under 300 mm och först vid 500-600 mm nederbörd eller bevattning kan vetet ge fullt svar för gödsling. Nedanstående tab. avser södra Afrika.

Kvävegödsling för vete med hänsyn till regnmängd.

Medelregnmängd	kg N per ha
300 mm eller mindre	6,5-13
300-500 mm	13 -32
500 eller större	32 -42

Vid svagt naturligt fosfortillstånd fordras 30-60 kg P_2O_5 per ha. Även kalium kan krävas på svaga jordar.

Om man ser till näringsbalansen i sin helhet vid odlingen av vete i olika delar av världen finner man att den är positiv endast i Europa och i Nordamerika, dvs. man tillför där mer än vad som tas bort med skördeprodukterna. Relationen mellan de olika gödselmedlen N: P_2O_5 : K_2O i utförd gödsling var i medeltal i världen 1: 0,8: 0,7 under perioden 1962-66.

Majs

I majsodling föreligger ett starkt samband mellan gödsling och bestånd. En ytterligare faktor är såtiden i förhållande till regnperiodens inträde. Det är viktigt att majsen hinner gro och utveckla en del av rotmassan i relativt vällyftad jord. Ett välutvecklat bestånd kan bättre bibehålla en god rotmiljö när de stora regnmängderna kommer. God dränering och väl anpassad jordbearbetning är också faktorer som ger goda utvecklingsmöjligheter för ett majsbestånd.

Högavkastande sorter

Högavkastande sorter kan erhållas i form av

- a. hybrider
- b. öppenpollinerade sorter.

Hybriderna erhålles genom kontrollerad korsning av två inavlade linjer. Hybriderna kännetecknas av kraftigt växtsätt, hög skörd och likformighet. Följande generationer degenererar dock snabbt. En jordbrukare måste därför ständigt köpa nykorsade hybrider. För ulandsjordbrukare innebär detta naturligtvis stora svårigheter. Man söker därför att med det andra alternativet, förädling med öppet pollinerade, få ett godtagbart odlingsmaterial.

De nya sorterna ger med god gödsling och skötsel en skördenivå som ligger 30-80 % över de lokala sorterna.

Kvävegödsling

Det mest betydelsefulla näringsämnet i majsodling är kväve. Gödslingsförsök visar en linjär ökning av skörden med ökad kvävegödsling intill 200 kg N, i medeltal 26kg majs per kg N. I praktisk odling har man i USA nått en skördenivå av 12000 kg/ha. I försök finns sorter som svarar mot 300 kg N/ha.

Fosfor och kalium

Fosfor gynnar rotutvecklingen. Majs har ett grovt, fibröst rotsystem som utbreder sig starkt såväl åt sidorna som på djupet. I de tidiga stadierna av majsens utveckling är den dock ofta utsatt för fosforbrist och majsen används ofta som testväxt på fosfortillståndet. Särskilt för majsodlingen i Afrika (feraljordar) är en grundgödsling med fosfor en förutsättning för en god skörd.

Kalium fordras för vegetativa utvecklingen och en mindre mängd behövs i kärnsättningen. Med ensilagemajs följer 200 till 300 kg K_2O per ha. Vid de höga kväve- och skördenivåer som angetts vid t.ex. hybridmajsoodling krävs en fosforgiva av omkring 100 kg P_2O_5 och 500 kg K_2O per ha.

Sockerrör

Sockerröret odlas både i de tropiska och subtropiska zonerna men optimala förhållanden för sockerröret är en temperatur mellan 25° och 28°C (tropiskt lågland). Ett gott utbyte dvs. högsta möjliga ekonomiska skörd av socker per arealenhet fordrar

1. en perfekt reglerad vattentillförsel under hela tillväxten

2. gott fysikaliskt marktillstånd
3. ett inte alltför lågt pH
4. högproducerande sorter
5. en tillräcklig växtnäringsnivå i rätta proportioner
6. effektiv ogräs- och sjukdomsbekämpning.

Med högavkastande sorter och under angivna odlingsvillkor uppgår skörden till 100 ton/ha eller mer av sockerrör. En sådan gröda innehåller 200 kg N, 85 kg P_2O_5 och 420 kg K_2O per ha, alltså stora mängder som måste ersättas med väl avvägd gödsling.

Kväve

En rätt mängd av kväve är väsentlig för hög sockerskörd per ha. Grönmassan ökar med kvävegödsling medan sockerhalten avtar. Sockerskörden är produkten av grönmassa x sockerhalt och vid en viss gödsling av N är denna i optimum. Gödsling däröver ger en sjunkande sockerskörd, dessutom uppkommer kvalitetsproblem. Kvävegödslingen måste anpassas till ett behov av 1 kg N per ton grönmassa till första skörden och 1,5 kg N per ton till 2:a och 3:e skörden. I praktiken kan N-gödslingen variera mellan 50 och 500 kg/ha. I många sockerörersdistrikt ligger optimum mellan 100 och 200 kg/ha.

Fosfor och kalium

En hög skörd fordrar att fosfor- och kaliumförsörjning är optimal. Sockerörersodlingen drivs oftast under grundlig kontroll av P och K med såväl jord- som bladanalys. Vid svag näringsleverans från jorden kan en gödsling som innebär full ersättning av den mängd som förs bort från grödan fordras dvs. 100 kg P_2O_5 och 300-500 kg K_2O .

Sorgum och millet

Termerna sorgum och millet står för ett antal småkärniga sädesgrödor som har odlats sedan förhistorisk tid. De odlas i regnfattiga områden på grund av sin torkresistens i den formen att de kan återta tillväxt efter en torkperiod.

I Indien odlas sorghum vulgare på omkring 18 milj. ha. I Afrika är sorghum vulgare den mest spridda grödan. Avkastningsnivån är låg, mellan 700-800 kg/ha. Med de lokala sorterna kan man endast i mindre grad höja skördenivån genom gödsling och förbättrad odlingsteknik. Även i sorgum kan man dock genom hybridkorsning kunna höja skörden, - till 4-5000 kg/ha. I traditionell odling ligger den ekonomiska gödslingsnivån vid ungefär 20-30 kg N och 20-30 kg P_2O_5 per ha. Med modern odlingsteknik ligger också gödslingsnivån högt -

motsvarande majsens.

Millet är en traditionell gröda i de torrare delarna av tropiska Afrika. Den kan ge en viss skörd också på mycket svaga jordar - granitsandjordar - där andra sädesslag inte kan ge något. Den traditionella odlingens resultat kan förbättras något med gödsling. I Östafrika rekommenderas 50 kg N och 50 kg P_2O_5 per ha.

Rotfruktgrödor

Potatis, sötpotatis, cassava, yams

Alla dessa grödor fordrar gott näringstillstånd. Bortförseln av näringsämnen med t.ex. en god potatisskörd (20-30 ton/ha) är 100-150 kg N, 40 kg P_2O_5 och 200-250 kg K_2O . Alla de nämnda grödorna fordrar framförallt att kaliumtillståndet är tillgodosett. Kalium bidrar till fotosyntes och anlagring i den rot eller stamdel som skördas.

Potatisodling är begränsad till områden med medeltemperatur under 20°C. Vid temperaturer däröver ersätts den av cassava och yams. Cassava kan även på svaga jordar ge en skörd på 10 ton/ha. Den har vidare god förmåga att överbrygga torkperioder. Under gynnsamma förhållanden stiger skörden till 40-50 ton/ha. Den bortför därmed näringsämnen i ungefär samma mängd som potatis och fordrar samma gödsling.

Yamsen har något högre krav på odlingsbetingelserna än cassava. Dess huvudområde är Västafrika och ger en skörd av upptill 10 ton/ha. Vid odlingen söker man framförallt med naturlig gödsel tillgodose näringsbehovet.

Fibergrödor

Bomull, jute, sisal

Växtfiber kan härstamma från

1. frukt (bomull, kapok)
2. stjälk eller stam (jute)
3. blad (sisal)

Den stora produktionen av jute och sisal sker i plantageform med bl.a. kontrollerad växtnäringstillförsel. Bomull produceras dock till avsevärd del i mindre enheter med enkel teknik.

Bomull

Bomullen är känslig för väderförhållanden. Den bör sås vid en medeltemperatur av 21°C eller varmare. Medeltemperaturen under vegetationsperioden bör ligga mellan 25° och 30°C . En hög skörd kräver god kontroll av växtbetingelserna. Kvävebehovet varierar mellan 20 och 200 kg/ha beroende på jordart, vattenförsörjning och övriga odlingsbetingelser. Fosforbehovet varierar från 40-80 kg P_2O_5 per ha och kaliumbehovet från 4-120 kg K_2O per ha. Vid primitiv odling tillgodoses i första hand kvävebehovet. På grund av bomullsodlingens omfattning och betydelse är också gödslingsproblemen i samband med odling relativt väl utredda genom omfattande försök och forskning inom de bomullsproducerande områdena.

Jute och sisal

Jute odlas huvudsakligen i Indien och Pakistan. Sisalens stora produktionsområde är Östafrika. Odlingen försiggår under stor konkurrens med konstfiber.

Jute produceras vid låg intensitetsgrad. Kommersiell odling av sisal fordrar både god vattenförsörjning (1250-1750 mm nederbörd) och ett gott näringstillstånd för att vara lönande. Sisalen har dock i och för sig stor förmåga att utnyttja svaga marker och klara torkperioder. Vid intensiv odling fordras en anpassad gödsling av NPK. Sisal har även ett högt kalkbehov.

Oljegrödor

Träd: Kokosnöt, oljepalm, oliv.

Örter: Jordnöt, sojaböna, sesam m.fl.

Kokosnöt

Kokosnöten kräver hög luftfuktighet och hör till kustområdena inom tropiska delarna av Afrika och Asien. Den planteras i förband med ungefär 800 palmer per ha. Avkastningen kan variera mellan 20 till 200 kokosnötter per träd. Den börjar bära skörd efter ungefär 5 år. En godtagbar skörd vid full produktion är 100 nötter per träd - 2-3 kg soltorkad kopra - mellan 1000-2000 kg kopra/ha och år. Bortförsl av näringsämnen vid denna skördenivå är ungefär 90 kg N, 40 kg P_2O_5 , 140 kg K_2O , 40 kg MgO och 20 kg CaO per ha och år.

Under etableringen sker en samodling med andra grödor t.ex. majs och cassava. För att tillgodose kvävebehovet odlas också leguminoser. I övrigt är en gödsling enligt ersättningsprincipen nödvändig med framförallt N och P under etableringsperioden och med även K under skördeperioden.

Oljepalm

Genom förädling kan oljepalmen ges hög potentiell skördenivå. Oljepalmen fordrar en välfördelad nederbörd av 1500-2000 mm eller mer utan långa torrperioder. Relativa luftfuktigheten bör i medeltal ligga över 75 %. Den fordrar också hög ljusintensitet med mer än 1500 soltimmar per år. Optimumtemperaturen ligger mellan 25 och 30°C.

Oljepalmen fordrar en djup, välstrukturerad jord med goda vattenhushållande egenskaper. Vid en skördenivå av 1000-2000 kg/ha och år är näringsuttaget lika som hos kokospalmen och den kräver därför också motsvarande gödsling. Etableringstiden är ungefär 4 år och en godtagbar skörd erhålles i 20 år eller mer.

Olivträdet

Oliven kräver en väl-dränerad och välluftad jord. Den har på grund av sin förnöjsamhet kommit att odlas på mycket torra steniga och svaga jordar. Den har kunnat ge en viss skörd på mark som varit olämplig för annan odling. Under goda betingelser kan skörden per träd stegras till 30-50 kg/träd, dvs. en skörd per ha av 2000-3000 kg. Vid denna nivå är gödslingsbehovet 50-130 kg N, 60 kg P₂O₅ och 60 kg K₂O.

Jordnöt

För hög skörd och god kvalitet fordrar jordnöten en vegetationsperiod av 4-5 månader, en ganska hög temperatur och under den vegetativa tillväxten en välfördelad nederbörd av 500 mm. Den kräver lätta jordar med lucker struktur så att jordnötspetsen lätt kan tränga ned. Skördetiden kräver däremot torrt väder.

Jordnöten är en leguminos, som kan klara sin kväveförsörjning själv. Emellertid krävs för gott resultat i kommersiell odling en startgiva av ungefär 20-30 kg N. Oftast ges denna i form av naturlig gödsel. Vid introduktion av jordnöt på mark, som inte tidigare burit jordnöt, måste utsädet ympas med kvävefixerande bakterier. Skördenivån ligger vanligen mellan 1000-2000 kg/ha men den kan med god teknik höjas till 3000-4000 kg/ha. Därmed stegras också gödslingsbehovet till den nivå som angivits i det föregående för andra grödor i intensiv odling.

Sojaböna

Sojabönan är inte en typisk tropisk växt och förutom i Indonesien förekommer hittillsdags endast begränsad odling inom tropikerna. Kravet på jord och klimat motsvarar ungefär majsen. Den är emellertid mycket fotosensitiv. Sorterna måste vara väl anpassade till ljusklimatet. Man har dock svårigheter att anpassa sojabönan såväl för längre som kortare dag (jämför t.ex. Sverige och Etiopien). Den är liksom jordnöten en leguminos och kräver liksom denna i intensiv odling en startmängd av kväve och i övrigt en välbalanserad gödsling.

Sesam, safflower, solros, castor beans (ricinolja), Aleurites (tung oil) är andra värdefulla oljeväxter. En intensiv odling ställer samma krav på gödsling som angivits för övriga oljeväxter. För icke leguminosor måste kvävebehovet fyllas upp med N-gödsel.

Stimulusväxter

Kaffe

Det lämpligaste klimatet för kaffe återfinns i subtropiska och höglänta tropiska områden. Årsmedeltemperaturen bör för arabica ligga mellan 15-25°C. Robusta kräver något högre temperatur. Regnmängden bör ligga mellan 1500-2000 mm med lämplig fördelning. Med "lämplig" menas god vattentillgång fram till knoppningen och sedan vattenstress för att starta blomningen. Jorden skall vara djup och med god struktur, dvs. fysikaliskt godartad: Terra roxa i Brasilien, unga vulkaniska jordar, röda jordar i begynnelse av lateriseringen i Östafrika.

Viktiga faktorer i odlingstekniken är lämpliga förband, för t.ex. Arabica 9 m², mulching dvs. täckning av markytan med växtmaterial, samodling med vissa trädslag för beskuggning. Mulching har betydelse både för vatten-, syre- och näringshushållningen för kaffebuskens grunda rotsystem. Mulching har också betydelse för erosionskontrollen.

Gödslingsbehov

En skörd av 1000 kg kaffe per ha tar upp ca 35 kg N, 7 kg P₂O₅ och 50 kg K₂O ur marken. Om man ser till hela grönmassan är den upptagna mängden ungefär 4 gånger så stor. Det är på ersättning av denna mängd som gödsling är inriktad och den är därför förhållandevis riklig.

Med hänsyn till kaffeproduktionens stora värde per arealenhet har det skett

en mycket noggrann analys av näringsbehovet såväl med jord- som bladanalys. Därvid har också mikronäringsämnenas roll kartlagts.

Kaffe är en flerårig gröda med ungefär 5 års etableringstid, under vilken gödslingen successivt stegras. För etableringsperioden har man vanligen relationen 1:2:1 av N: P_2O_5 : K_2O , för kaffeplantering under produktionsperioden 2:1:2. En kvävemängd av 150 kg N/ha är en vanlig siffra.

Te

Optimala förhållanden för teodling är tropiska högländ, med en välfördelad nederbörd av 1500 mm och rikligt solsken. Tebusken fordrar en jord med pH mellan 4 och 6, alltså relativt sur. Kväve är det mest betydande närings-tillskottet, en vanlig siffra är 120 kg N per ha vid en skördenivå av mellan 1000-2000 kg/ha. Tidigare var beskuggning vanlig, men numera drivs huvuddelen av odlingen utan skugga. Man får högre skörd, om man beaktar att göds-lingsbehovet också blir större i denna odlingsform. Gödslingen skall vara välbalanserad för hög kvalitet.

I Sydafrika där teodling bedrivs vid pH 5,8 eller lägre, är ett NPK-gödsel-medel med relationen 5:1:1 (N: P_2O_5 : K_2O) rekommenderad. De mest vanliga NPK-gödslen är 25-5-5 med 5 % S, vilken ger kvävegivan i kombination med ungefär rätt mängd P, K och S som ersättning för det som grödan tar.

Kakao

Kakaoproduktionen är lokaliserad till Västafrika, till mindre del också till Latinamerika (Brasilien, Ecuador). Kakaon fordrar ett klimat med mycket liten temperaturvariation, $25^{\circ}C \pm 5^{\circ}$. Potentiella evapotranspirationen skall ligga mellan 100-125 mm per månad. Detta innebär en nederbörd över 1250 mm jämnt fördelad under året. Kakaon fordrar en djup humusrik jord med god vattenhus-hållning.

Dessa krav begränsar odlingen till ganska bestämda områden belägna inom $\pm 15^{\circ}$ kring ekvatorn. Största delen av kakaon odlas med beskuggning. Skuggträden har en gynnsam effekt såväl på jorden som på kakaoväxten.

På gynnsamma jordar med stort humusförråd är gödslingsbehovet ringa. Man ger där i första hand P. Sättes kvävegödslingen in följer också behov av kalium.

Fruktodling

Av de många slags frukter som odlas i tropikerna skall här som exempel för gödslingsbehov tas citrus och bananer.

Citrus

Citrus är i första hand en produkt inom de subtropiska områdena men har ett stort och ökande omfång också inom tropiska områden. Citrus kan växa på praktiskt taget alla jordtyper. Gödslingsbehovet är, beroende på odlingens stora omfång över världen väl kartlagt.

Citrus ger svar på kväve uppåt 400 kg N per ha. Vid sådana kvävenivåer är behovet av såväl P och K som sekundär- och mikronäringsämnen också stort. Relation för $N:P_{2O_5}:K_2O$ är oftast 2:1:2.

Banan

Banan har optimala betingelser inom humida tropikerna inom en temperaturvariation av 25-28°C. Nederbördsbehovet är högt, 1500-2000 mm/år. Jorden skall vara humusrik ej för sur och med gott fosfor- och kaliuminnehåll. För att hålla en avkastningsnivå av 25 till 35 ton/ha fordras en reglering av pH och höjning av basmättnadsgraden genom kalkning samt en viss fosforgrundgödsling. Vid hög skördenivå krävs en årlig gödsling av 300-400 kg N, 100-150 kg P_{2O_5} och 400-600 kg K_2O per ha.

NÄRINGSHUSHÅLLNINGEN I ETT SHIFTING CULTIVATION JORDBRUK

Shifting cultivation eller svedjebruk är det vanligaste odlingssättet i de tropiska länderna. Detta jordbrukssystem täcker omkring 44 % av den odlingsbara jorden i världen och det producerar mat till omkring 250 miljoner människor. Markvegetationen i skog eller på savann svedjas av. I skogen får de största träden och buskarna stå kvar. Därefter odlas marken under en period som varierar från ett till tio år, vanligen två till fyra år. Sedan får jorden åter växa igen för att jordens näringsinnehåll skall fyllas på. Denna träda kan ligga i 10 och ända upp till 20 år i gräsområden.

Shifting cultivation på savann skiljer sig från den i skogsområdena på fyra viktiga punkter:

- 1) Matjorden omblandas när gräsrotterna tas bort, och jorden brukar bearbetas, t.ex. med ett årder.
- 2) Jorden odlas en längre period.

- 3) Marken ligger bar under torrperioden, vilket ger större erosionsrisk.
- 4) Ogräsproblemet är större.

På 50-talet ledde FAO en kampanj mot shifting cultivation som grundade sig på att detta odlingssystem är ett slöseri med resurser, orsakar jorderosion och leder till en utarmning på näringsämnen. Numera påpekar särskilt ekologiskunniga forskare det värdefulla i den balans som upprätthålls i det traditionella jordbruket.

Så länge det finns tillräckligt med jord inom ett område (minst i proportionerna 1:4 för odlad resp. trädad mark) kan 40-50 personer/km² leva på produktionen från svedjebruket. När befolkningstrycket ökar och trädesperioderna blir kortare börjar en allt allvarligare jordförstöring som så småningom kan betyda allt större ökenbildning.

Näringsinnehållet kan inte hållas på lika hög nivå med träda som vid enbart naturlig vegetation, men i allmänhet uppnås efter hand ganska stabila förhållanden, särskilt om trädesperioderna överstiger 10 år (se fig. 12 och 13).

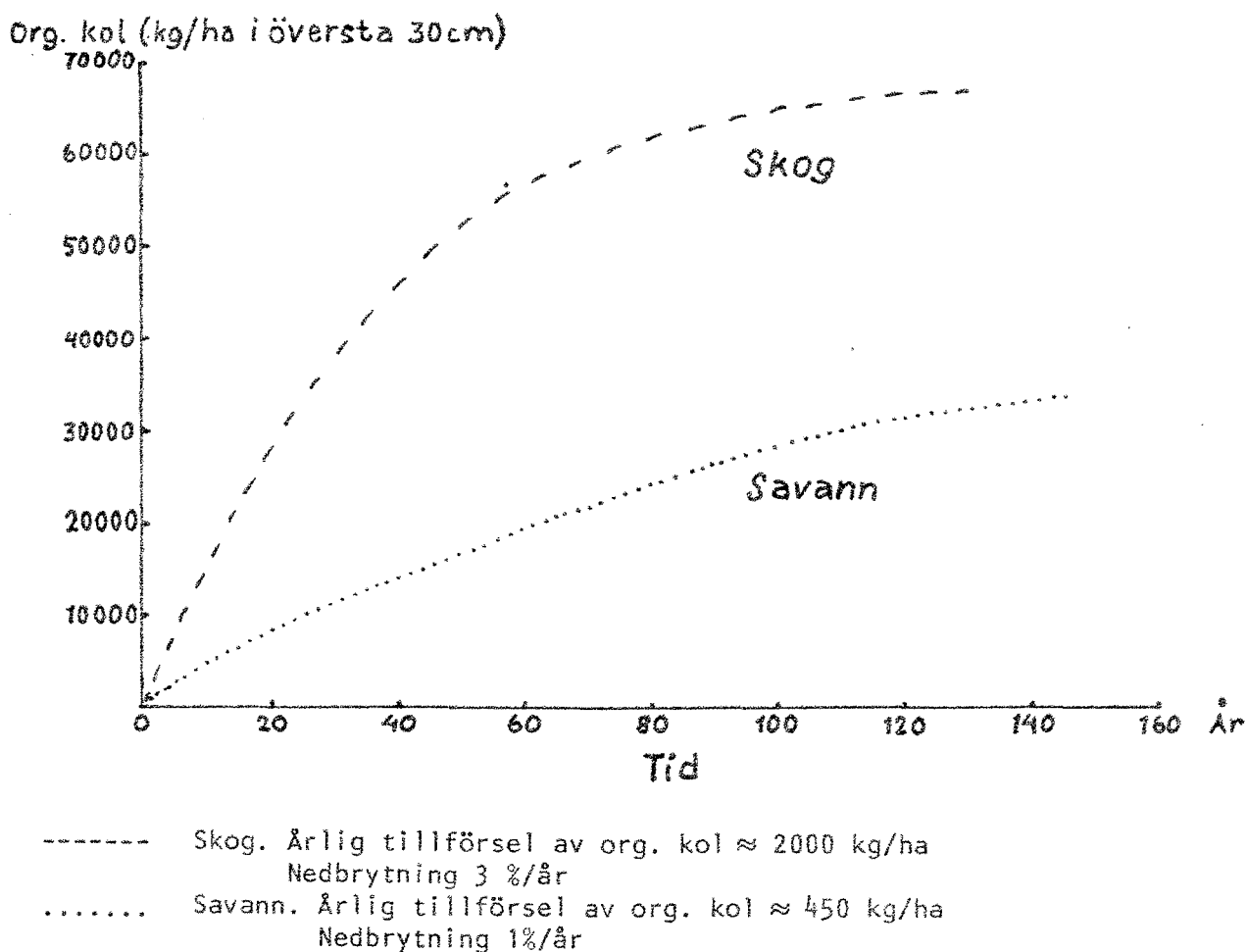
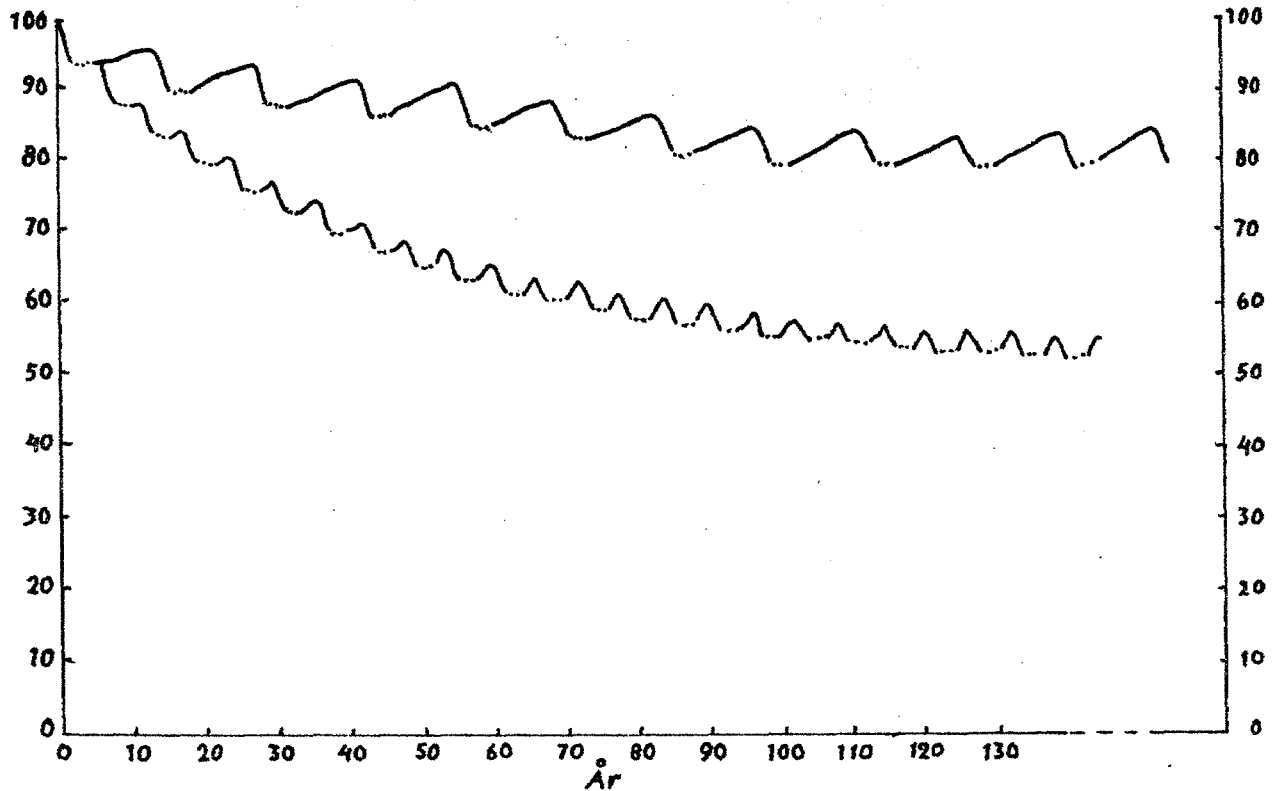


Fig. 12. Sambandet humusmängd-tid i regnskog och savann.



Övre kurvan: 2 års odling, 12 års träda
 Undre " : 2 års " , 4 års "

Fig. 13. Minskningen i humusmängd vid odling (shifting cultivation).

Kretsloppet skog-jord

Jordar i skogsträda innehåller mer fosfor och kalcium i ytlagret (0-10 cm) än i undre jordlager. Innehållet av utbytbar kalcium och kalium varierar inte mycket, trots att upptagningen av växterna och utlakning bortför betydande mängder. Detta tyder på att näringsämnen transporteras från de undre jordlagren och upp till humusskiktet i det översta lagret där de flesta rotträdarna finns.

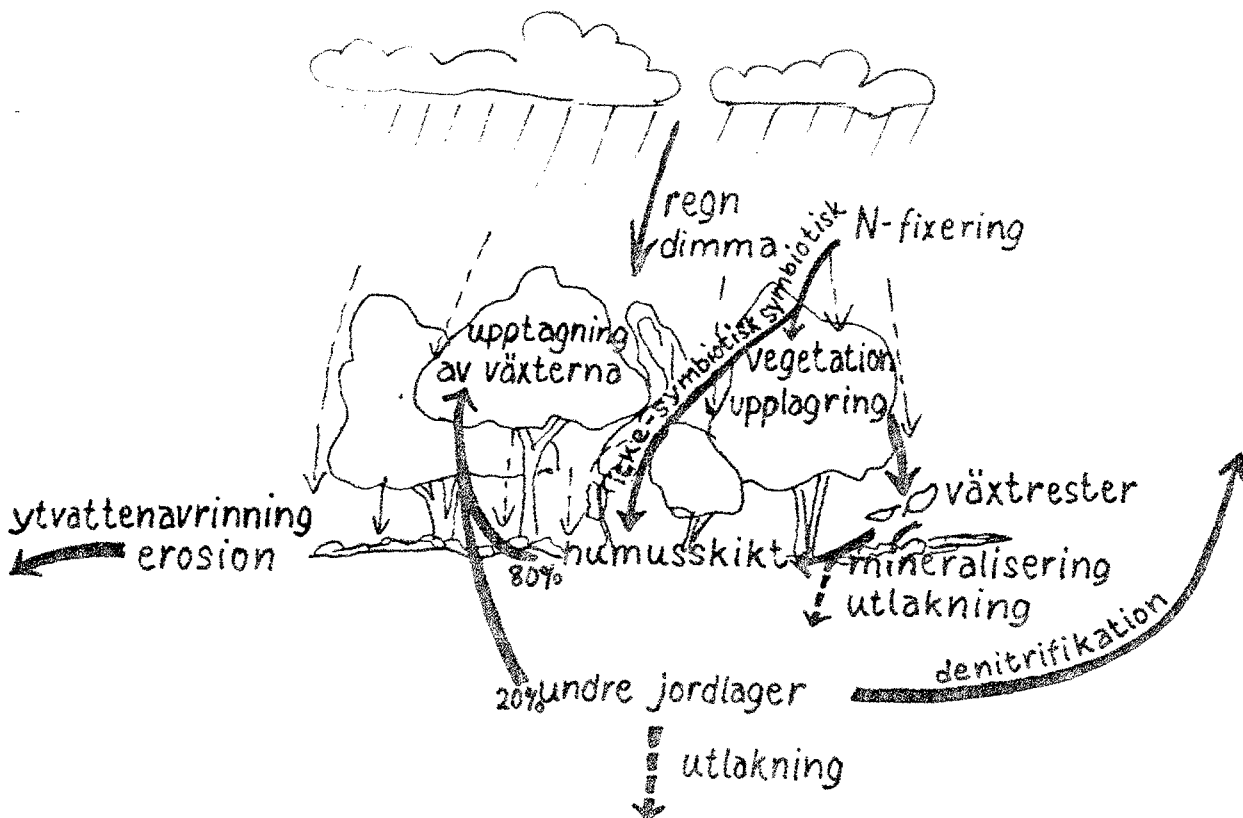


Fig. 14. Kretsloppet skog-jord.

Vad händer med jorden efter svedjningen?

När markvegetationen bränns av förändras hela näringsbalansen i jorden och även de fysikaliska egenskaperna:

1. Vattenhushållningen förändras på så sätt att en större del av nederbörden faller mot marken (hindras ej av vegetationen).
2. Strukturen förändras, oftast till det bättre (beror på jordtypen). I en del fall försämras infiltrationskapaciteten.
3. Erosion och ytvattenavrinning kan öka, särskilt på de jordar där infiltrationskapaciteten minskar. Det har stor betydelse hur odlingen utförs. Då man i de flesta fall har kvar större träd som binder jorden och det övre jordlagret inte rubbas, blir erosion och avrinning tämligen små. På savann blir givetvis problemen större.
4. Jordtemperatur och därmed biologisk aktivitet ökar. Mikrofloran förändras.
5. pH-värdet ökar i början av odlingen.

6. De flesta näringsämnen ökar i tillgänglighet. Kol, kväve och svavel i vegetationen förloras, men den mängd som finns i humusen är kvar.
7. Ogräsen hålls tillbaka.
8. En del jordburna växtsjukdomar får sämre betingelser.

Den första grödan kan ge en bra skörd, men sedan sjunker avkastningen. Detta kan gå mer eller mindre snabbt beroende på jordegenskaper, odlingssystem och skötsel. Troligen är det främst den sjunkande andelen tillgänglig fosfor som gör att odlingarna måste överges redan efter 2-4 år.

Förbättringar av shifting cultivation-jordbruket

1. Ingen förändring

Shifting cultivation fungerar relativt bra i områden som inte är tätbefolkade, särskilt där inget annat jordbruk är möjligt på grund av dåliga kommunikationer och höga transportkostnader. Odlingsystemet är ekologiskt försvarbart men ger inte befolkningen mer än att de nått och jämnt överlever.

2. Korridorsystemet

Korridorsystemet utprovades av belgierna i nuvarande Zaire. De mycket långa korridorerna i skogen var väl avgränsade för att proportionerna mellan odling och träd skulle kunna upprätthållas. Man odlade tre år och hade därefter en 12 års trädesperiod. För att genomföra detta system krävs en noggrann kontroll av befolkningen, och det visade sig inte heller vara möjligt att genomföra i någon större skala.

3. Ökad avkastning inom det traditionella systemet

Mycket kan göras inom det odlingssystem som redan finns, om alternativen är ekonomiskt realistiska för befolkningen. Utan några andra nyheter än ändrade radavstånd och förbättrade sorter (Sanchez & Nurena, 1972) ökades risskörden dubbelt och till och med tredubbelt i Yrimaguas, Peru. Arbetstiden kunde också förkortas då de nya sorterna mognade samtidigt.

Enkla former av bevattning är ett annat sätt att öka avkastningen.

4. Kortare trädesperiod

I en del områden får trädan ligga i över 20 år, vilket är onödigt lång tid. Det vore möjligt att förkorta trädan till det antal år som krävs för maximal

näringsupptagning. Här spelar dock inte bara näringsinnehållet in - det är nämligen lättare att bränna en skog som fått växa längre tid, och ogräskon-trollen blir också bättre.

5. Förbättringar av trädan

Mer eller mindre lyckade försök har gjorts att plantera igen gamla odlingar med speciella trädarter eller örter. Många europeiska forskare inom kolonial-administrationerna har prövat leguminosor för att på så vis öka kvävetill-gången i marken. I Nigeria gjorde Jaiyebo och Moore (1964) ett försök med flera olika trädesgrödor som fick ligga i 7 år. Resultatet var nedslående. Den naturliga skogsvegetationen ackumulerade två-tre gånger mera kväve, fos-for, kalium och kalcium än en leguminos- eller grästräda.

Ett annat ekonomiskt alternativ är att plantera träd som kan användas till timmer eller bränsle, istället för den vanliga trädan.

På savannen är det ännu svårare att hitta arter som kan konkurrera med de naturliga i ansamlandet av näringsämnen. Överhuvudtaget har man inte kommit särskilt långt inom detta område. Med en större kunskap om lokala förhållan-den och om hur olika "naturliga" växter samspelar med varandra kan resulta-ten troligen förbättras.

6. Semipermanent odling

På jordar med relativt god bördighet eller där stallgödsel kan användas re-gelbundet kan trädesperioderna kortas ner betydligt. Odlingen blir mer sta-bil och planerad. Ofta används den trädade marken till betesdjur. I afrikanska byar finns det ofta en naturlig ordning av olika odlingssystem där semipermanent odling ingår som en form (fig. 15).

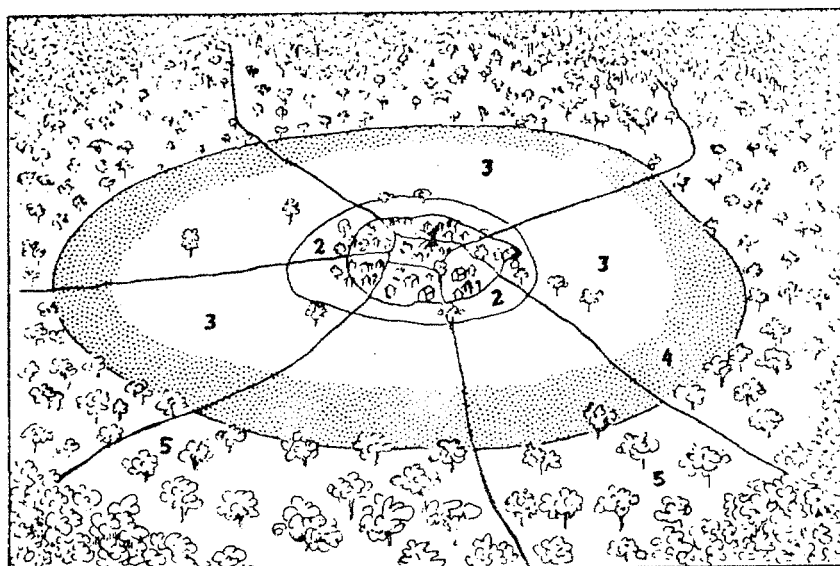
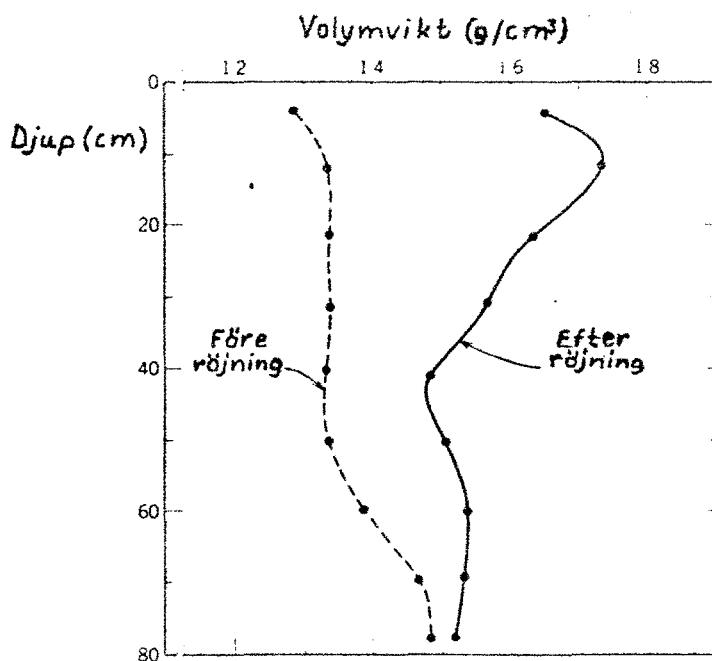


Fig. 15. Odlingar runt en by i Senegal.
 (1) Hus och trädgårdar, (2) kontinuerlig odling,
 (3) semipermanent odling, (4) intensivt svedje-
 bruk och (5) extensivt svedjebruk.

Efter Ruthenberg (1971)

7. Övergång till kontinuerlig odling

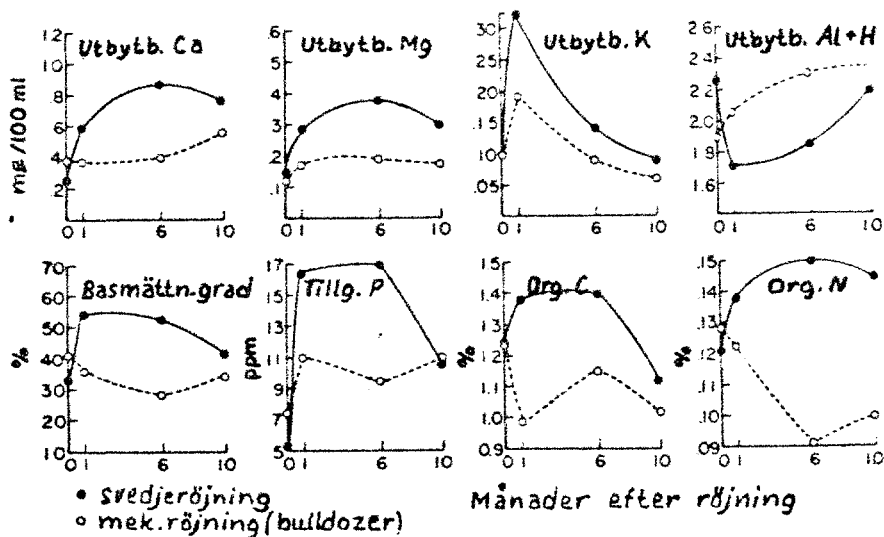
Ett allt större socialt och politiskt tryck tvingar fram förändringar av jordbruket, så att de traditionella metoderna måste överges för att mer mat skall produceras. Man får bara inte glömma att svedjebruket i det tropiska klimatet är ekologiskt känsligt och att förändringar bör ske gradvis. På flera håll har man försökt att röja mark med hjälp av tunga maskiner och med giftbesprutningar (bl.a. 2-4-D). Konsekvenserna kan bli förödande. Särskilt allvarligt är packningsskadorna och erosionen, vilket illustreras i fig. 16 och 17.



Effekter av rökning med bulldozer på volymvikten (sandig kaolinitisk jord från Coebiti, Surinam).

Fig. 16. Packning vid mekaniserad rökning.

Efter Sanchez (1976)



(0-10 cm-skiktet av en utlakad ferralitisk jord (ultisol) från Yurimaguas, Peru)

Fig. 17. Sambandet rökningssmetod-kemiska egenskaper.

Efter Sanchez (1976)

Den bästa övergången till ett intensivare jordbruk - sett ur en småbondes perspektiv - utförs med den gamla, arbetsintensiva svedjeröjningstekniken, vilken inte fordrar några stora ekonomiska uppoffringar. Därigenom kan de resurser som går att uppbringa koncentreras på nya odlingstekniker, som t.ex. gödsling och ogräsbekämpning, där goda resultat kan uppnås med måttliga insatser.

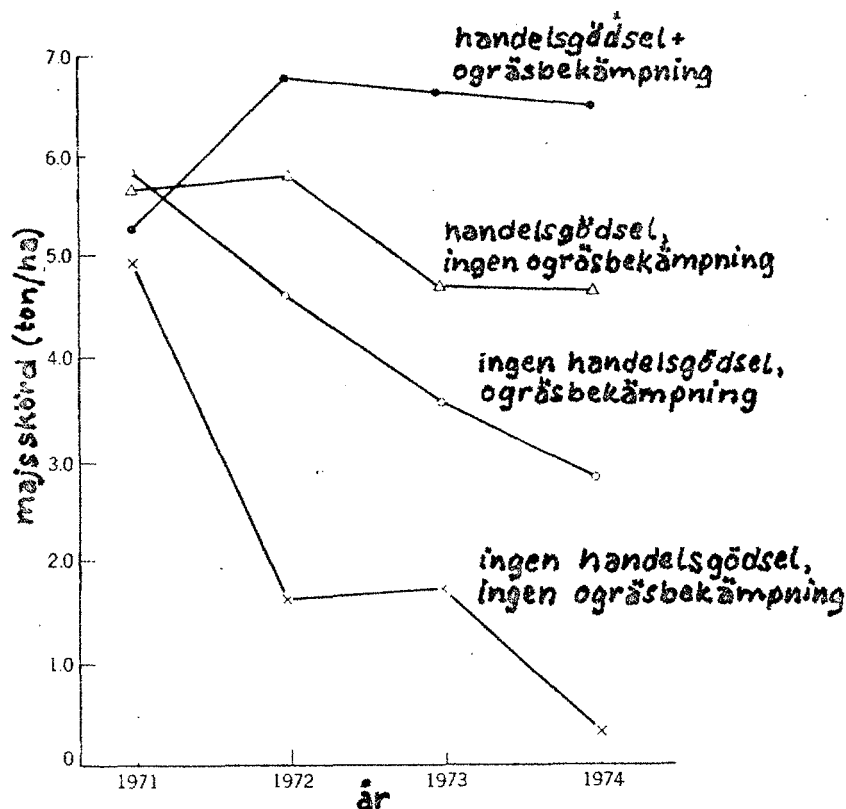


Fig. 18. Effekter av handelsgödsel (120 kg N, 40 kg P och 50 kg K/ha) och ogräsbekämpning på majsskörden under regnperioden på en kontinuerligt odlad latosol nära Ibadan, Nigeria. Skogen röjdes 1970.

Efter Sanchez (1976)

Bördighetsförsämringen som uppstår då jordbruket omvandlas till en kontinuerlig odling kan förhindras genom användning av handelsgödsel eller organisk gödsel på ett förnuftigt sätt. I många områden är handelsgödselkostnader och transportkostnader så höga att en kraftig gödsling blir oekonomisk. En kombination av minimal jordbearbetning, mulching (täckning av marken med växtrester el.dyl.) och multiple cropping (odling av två eller flera grödor på samma areal) har visat sig vara framgångsrikt för att hålla skördarna på en godtagbar nivå i områden som odlats i shifting cultivation.

LITTERATURFÖRTECKNING

The Biosphere, 1970. Scientific American, San Fransisco.

Eriksson, J. 1975. Tropiska jordars näringshushållning. Inst. för markvetenskap, Avd. för lantbrukets hydroteknik. Stenciltryck nr 85b. Uppsala.

FAO Soils Bulletin, nr 12, 1971. A study on the response of wheat to fertilizers. Rom.

FAO Soils Bulletin, nr 18, 1973. Guide to the calibration of soil tests for fertilizer recommendations. Rom

FAO Soils Bulletin, nr 40, 1978. China: recycling of organic wastes in agriculture. Rom.

Kalpagé, S.S.C.P. 1976. Tropical soils. Classification, fertility and management. London.

Kretslopp, 1976. NFR:s årsbok 1976/77. Lund

Mohr, E.L.J., van Baren, F.A. & van Schuylenborgh, J. 1972. Tropical soils. A comprehensive study of their genesis. Haag.

Rapport från SIDA 11-12, 1970.

Sanchez, P.A. 1976. Properties and management of soils in the tropics. New York.

Tisdale & Nelson, 1975. Soil fertility and fertilizers. New York.

Växtodlingslära, 1970. Del 1 - Marken. Borås.

Young, A. 1976. Tropical soils and soil survey. London.

Förteckning över utkomna häften i serien:

Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Inst. för markvetenskap.

Avd. för lantbrukets hydroteknik. STENCILTRYCK

Förteckning över stenciltryck 1-100 utkomna på försöksavd. för hydroteknik kan erhållas efter rekvisition till följande adress:

Försöksavd. f. hydroteknik
Sveriges Lantbruksuniversitet
750 07 UPPSALA 7

- Nr 101 Berglund, G., Johansson, W., Eriksson, J. och Linnér, H. 1977. Resultat av 1976 års täckdiknings-, bevattnings- och kalkningsförsök.
- Nr 102 Berglund, G. 1977. Mikroaggregatanalysen som testmetod vid strukturskalkning.
- Nr 103 Persson, R. 1977. Skorpbildning på struktursvaga jordar vid olika bevattningsintensitet och droppstorlek. 43 sid.
- Nr 104 Andersson, S. & Wiklert, P. 1977. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del II. Norrbottens, Västerbottens, Västernorrlands och Jämtlands län. 96 sid.
- Nr 105 Andersson, S. & Wiklert, P. 1977. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del III. Gävleborgs, Kopparbergs och Värmlands län. 83 sid.
- Nr 106 Andersson, S. & Wiklert, P. 1977. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del IV. Älvsborgs och Göteborgs- och Bohus län. 70 sid.
- Nr 107 Jonsson, E. 1977. Bevattning med förorenat vatten. Hygieniska risker för människor och djur. En litteraturstudie. 30 sid.
- Nr 108 Berglund, G., Håkansson, A. & Eriksson, J. 1978. Om dikningsintensiteten vid dränering av åkerjord. Resultat av fältförsök med olika dikesavstånd. IX. Västernorrlands, Jämtlands, Västerbottens och Norrbottens län. 104 sid.
- Nr 109 Bjerketorp, A. & Klingspor, P. 1978. Inventering av avrinningen inom regioner med stor jordbruksbevattning. Faktaredovisning. 1: Kalmar län. 64 sid.
- Nr 110 Lundegrén, J. & Nilsson, S. 1978. Bevattningssamverkan. Förutsättningar och olika associationsformer. 27 sid.
- Nr 111 Berglund, G. et al. 1978. Resultat av 1977 års fältförsök avseende täckdikning, övrig grundförbättring och bevattning.

I denna serie publiceras forsknings- och försöksresultat vid avdelningen för lantbrukets hydroteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet. Tidigare nummer i serien redovisas längst bak i rapporten och kan i mån av tillgång anskaffas från avdelningen.

This series contains reports of research and field experiments from the Division of Agricultural Hydrotechnics, Department of Soil Sciences. Earlier issues are listed at the end of the report and can be ordered - if still in stock - from the Division of Agricultural Hydrotechnics.

DISTRIBUTION:

Sveriges Lantbruksuniversitet
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik
750 07 UPPSALA, Sweden

Tel. 018-10 20 00 ankn. 1165, 1181
